



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO

Campus Recife

Coordenação Acadêmica do Curso Superior em Engenharia Mecânica

(CACSEM) Curso Bacharelado em Engenharia Mecânica

ANA LETÍCIA DE ANDRADE LIMA

**METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING UTILIZADA NA REDUÇÃO DE
CONSUMO DE ÓLEO HIDRÁULICO NUMA FÁBRICA DE USINAGEM NO
INTERIOR DE PERNAMBUCO: Um Estudo de Caso**

Recife

2023

ANA LETÍCIA DE ANDRADE LIMA

**METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING UTILIZADA NA REDUÇÃO DE
CONSUMO DE ÓLEO HIDRÁULICO NUMA FÁBRICA DE USINAGEM NO
INTERIOR DE PERNAMBUCO: Um Estudo de Caso**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento Acadêmico de Controle Industriais em Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. José Ângelo Peixoto da Costa

Recife

2023

L732m
2024

Lima, Ana Letícia de Andrade.

Metodologia Lean Manufacturing utilizada na redução de consumo de óleo hidráulico numa fábrica de usinagem no interior de Pernambuco: um estudo de caso / Ana Letícia de Andrade Lima. --- Recife: O autor, 2024.
60f. il. Color.

TCC (Curso de Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

Inclui Referências.

Orientador: Professor Dr. José Ângelo Peixoto da Costa

1. Engenharia Mecânica. 2. Empresas Metalúrgicas. 3. Metodologia Lean Manufacturing. I. Título. II. Costa, José Ângelo Peixoto da (Orientador). III. Instituto Federal de Pernambuco.

CDD 620.1 (22 ed.)

**METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING UTILIZADA NA REDUÇÃO DE
CONSUMO DE ÓLEO HIDRÁULICO NUMA FÁBRICA DE USINAGEM NO
INTERIOR DE PERNAMBUCO: Um Estudo de Caso**

Trabalho aprovado. Recife, 09 de Janeiro de 2024.

José Ângelo Peixoto da Costa
Professor Orientador

Alex Elton de Moura
Convidado 1

Heber Claudius Nunes Silva
Convidado 2

Recife
2023

Dedico este trabalho a Deus e aos meus pais, em particular à minha mãe, pela constante assistência e estímulo ao longo de toda a minha jornada acadêmica. Esta conquista é nossa, mainha!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por estar sempre presente em todas as batalhas da vida e por ensinar que Seu auxílio é suficiente. À Maria, expresse minha gratidão por liderar minha jornada e por todo apoio nos momentos difíceis e de alegria.

À minha mãe, agradeço pelo suporte financeiro e emocional, pelos puxões de orelha e pelos cafés da manhã preparados durante minhas idas ao longo do curso. Este sonho é nosso, e você é meu maior exemplo de dedicação.

Ao meu Pai, mesmo não estando fisicamente presente, agradeço por me acolher e cuidar, onde quer que eu esteja. À minha família, agradeço pela confiança e amor demonstrados. À minha irmã, que sempre me inspirou e incentivou a buscar meus sonhos para ter uma vida melhor.

Ao meu namorado, que esteve sempre ao meu lado. Nos conhecemos durante meu estágio e ele me ajudou durante a execução da pesquisa. Você sempre acreditou em mim e me deu forças quando achei que não conseguiria.

Aos docentes do curso, agradeço, pois sem eles não estaria nesta etapa, trilhando uma carreira que tanto me inspiraram. Também, à instituição por proporcionar um ambiente completo que transforma estudantes em profissionais capacitados.

Um agradecimento especial ao meu orientador Ângelo Costa por suas contribuições não apenas neste trabalho, mas ao longo do curso como nosso coordenador e amigo. Você me inspira a ser uma profissional melhor.

Aos amigos da faculdade, do trabalho e da vida, que sempre estiveram presentes em todos os momentos desta jornada. Vocês tornaram tudo mais leve e feliz.

Por fim, agradeço aos supervisores, gerência, mantenedores, lubrificadores e do pessoal da qualidade, onde o presente estudo foi aplicado. Sem a disposição de vocês para fazer acontecer, ensinando-me como o chão de fábrica funciona e fornecendo informações cruciais, a realização deste trabalho não seria possível.

“A persistência é o caminho do êxito.”
Charles Chaplin

RESUMO

Em um ambiente altamente competitivo no setor de empresas metalúrgicas, a constante busca por aprimoramentos nos processos de transformação é uma realidade diária. Nesse contexto, a metodologia Lean Manufacturing (LM) se destaca como uma abordagem crucial para atingir o estado de perfeição operacional, exigindo a eliminação de desperdícios. O objetivo deste trabalho foi conduzir um estudo de caso que ilustrasse a aplicabilidade da metodologia Lean Manufacturing na redução do desperdício de óleo hidráulico, propondo melhorias em uma empresa fornecedora de peças automotivas localizada no interior de Pernambuco. Dentro do paradigma Lean Manufacturing, que preconiza a redução de custos como um dos caminhos para aumentar os lucros, a identificação de falhas é fundamental. Assim, a sistematização da pesquisa envolveu uma observação direta para diagnosticar o problema em questão. Posteriormente, foram empregadas as ferramentas da metodologia LM, reconhecidas por sua eficácia na resolução de desafios industriais e cotidianos. O processo incluiu a análise das causas do problema por meio de técnicas como brainstorming, diagrama de Ishikawa com os 6m's e a elaboração de um relatório A3. A meta era direcionar ações corretivas, com auxílio das ferramentas Lean, para eliminar os desperdícios e aprimorar os processos produtivos. Os resultados revelaram que as soluções propostas e a aplicação das ferramentas Lean foram bem-sucedidas. Houve uma redução de 60% no desperdício de óleo hidráulico, indicando uma melhora substancial nos processos da empresa. Além disso, observou-se um notável desenvolvimento na equipe envolvida na pesquisa. Esse êxito ressalta a eficácia da metodologia Lean Manufacturing na otimização operacional e na promoção de uma cultura organizacional voltada para a eficiência e a eliminação de desperdícios.

Palavras-chave: Perfeição operacional; desperdício; Lean Manufacturing; ferramentas Lean; eficiência.

ABSTRACT

In a highly competitive environment in the metallurgical sector, the constant search for improvements in transformation processes is a daily reality. In this context, the Lean Manufacturing (LM) methodology stands out as a crucial approach to achieving a state of operational perfection, requiring the elimination of waste. The objective of this work was to conduct a case study that illustrated the applicability of the Lean Manufacturing methodology in reducing hydraulic oil waste, proposing improvements in an automotive parts supply company located in the interior of Pernambuco. Within the Lean Manufacturing paradigm, which advocates cost reduction as one of the ways to increase profits, identifying failures is essential. Thus, the systematization of the research involved direct observation to diagnose the problem in question. Subsequently, the tools of the LM methodology were used, recognized for their effectiveness in solving industrial and everyday challenges. The process included analyzing the causes of the problem through techniques such as brainstorming, Ishikawa diagram with 6m's and the preparation of an A3 report. The goal was to direct corrective actions, with the help of Lean tools, to eliminate waste and improve production processes. The results revealed that the proposed solutions and the application of Lean tools were successful. There was a 60% reduction in hydraulic oil waste, indicating a substantial improvement in the company's processes. Furthermore, a notable development was observed in the team involved in the research. This success highlights the effectiveness of the Lean Manufacturing methodology in operational optimization and in promoting an organizational culture focused on efficiency and the elimination of waste.

Keywords: Operational perfection; waste; Lean Manufacturing; Lean tools; efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01-Torno CNC.....	19
Figura 02 - Circuito hidráulico.....	20
Figura 03 - Os 7 tipos de desperdícios.....	25
Figura 04 - Exemplo de um esquema visual do sistema kanban	27
Figura 05 - Representação gráfica do diagrama de Ishikawa.....	30
Figura 06 - Ciclo PDCA	31
Figura 07 - Elementos do programa 8 S.....	32
Figura 08 - Fases da Investigação	34
Figura 09 - Vazamento nas linhas de produção	37
Figura 10 - Diagrama de Ishikawa das causas do desperdício de óleo hidráulico.....	38
Figura 11- Mapeamento dos reservatórios.....	42
Figura 12 - Checklist de contagem dos óleos.....	43
Figura 13 - Etiquetagem das prateleiras.....	45
Figura 14 - Central de óleos suja e desorganizada	46
Figura 15 - Central de óleo após a limpeza	46
Figura 16 - Carrinho De Óleo Estacionário.....	47
Figura 17- Consumo De Óleos Hidráulicos Em Janeiro	48
Figura 18 - Custos Dos Óleos Hidráulicos Em Janeiro.....	49
Figura 19 - Programa De Olho No Óleo	50
Figura 20 - Gestão Visual Do Programa.....	50
Figura 21- Relatório A3 do Estado	51
Figura 22 - Consumo Dos Óleos Hidráulicos.	52
Figura 23 - Custos Dos Óleos Hidráulicos Do Primeiro Semestre.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Plano de Orientação e Execução.....	41
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

IFPE – Instituto Federal de Pernambuco

NC – Controle Numérico

CNC – Controle Numérico Computadorizado

CAD - Projeto/Desenho Assistido por Computador

CAM - Manufatura Assistida por Computador

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

STP – Sistema Toyota de Produção

LM – Lean Manufacturing

PDCA - Planejar, Fazer, Checar e Agir (Plan, Do, Check, Act)

PCM – Planejamento e controle da Manutenção

PCP – Planejamento e controle da produção

STP – Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Motivação	15
1.2	Objetivo geral	17
1.3	Objetivos Específicos	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Máquinas de Comandos Numéricos Computadorizados	18
2.1.1	<i>Sistemas hidráulicos</i>	19
2.2	Fluidos	20
2.2.1	<i>Fluidos Utilizados em Máquinas de Comando Numérico</i>	21
2.3	Sistema Fordista e Toyotismo	22
2.4	Lean Manufacturing	23
2.4.1	<i>Lean Manufacturing e Seus Princípios</i>	24
2.4.2	<i>Os sete tipos de desperdícios</i>	25
2.5	Lean manufacturing e Suas Ferramentas	27
2.5.1	<i>Kanhan</i>	27
2.5.2	<i>Poka-yoke</i>	28
2.5.3	<i>Método A3</i>	28
2.5.4	<i>Melhoria Contínua</i>	29
2.5.4.1	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	29
2.5.4.2	<i>Brainstorming</i>	30
2.5.4.3	<i>Ciclo PDCA</i>	31
2.5.4.4	<i>Programa 5S e programa 8s</i>	32
3	METODOLOGIA	34
3.1	Classificação da pesquisa	34
3.2	Ambiente de observação	35
3.3	Definição das ferramentas utilizadas	36
3.4	Resultado da observação participativa	36
3.5	Dinâmica do grupo e análise das causas	38
3.6	Elaboração do método A3	40
3.6.1	<i>Mapeamento dos Reservatórios</i>	42
3.6.2	<i>Contabilizador de Consumo de Óleos</i>	42
3.6.3	<i>Reunião Gerencial</i>	43
3.6.4	<i>Treinamento dos lubrificadores</i>	44
3.6.5	<i>Manipulação dos cinco sentidos</i>	45
3.6.6	<i>Estoque dos materiais</i>	47

3.6.7	<i>Programa Olho no Óleo</i>	48
3.6.8	<i>Elaboração do Relatório A3</i>	51
4	RESULTADOS	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
5.1	Trabalhos futuros	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Kramer (2015) nas últimas décadas houve uma grande e contínua evolução tecnológica nas empresas metalúrgicas, mais precisamente, no campo de usinagem. Muitas mudanças ocorreram desde os antigos equipamentos que eram somente manipulados pelo homem, até a transição de máquinas com comandos computadorizados, que realizam tarefas que manualmente não seria possível.

Para efetuação dos trabalhos relacionados a esse ramo, são desenvolvidos equipamentos e modelos de controle, como por exemplo máquinas de Comando Numérico Computadorizado (CNC), assim como metodologias de trabalho que reduzam intervenções do homem, facilitando a produção e melhorando a produtividade.

Algumas máquinas CNC utilizam fluidos hidráulicos durante seu funcionamento. De acordo com Munson (2004), sob certas pressões um fluido pode ser deformado. O fluido hidráulico desempenha um papel essencial no início da operação de um sistema hidráulico industrial em máquinas CNC. Ele desempenha a função de transmitir energia, atua como um lubrificante ao criar uma película protetora e serve como um meio de transferência de calor (Parker, 2018). A lubrificação de máquinas é um mercado essencial para manter o bom funcionamento de diversas indústrias. Está diretamente relacionada a reduzir o desgaste de peças, acionamento de dispositivos, e de forma geral, garantindo um prolongamento da vida útil.

Os fluidos hidráulicos, amplamente utilizados nas indústrias, consistem em composições químicas diversas, variando conforme o processo e o tipo de metal a ser trabalhado (Gonçalves, 2018). No entanto, é crucial destacar que, devido à sua ampla utilização, esses fluidos podem representar uma ameaça à saúde e ao meio ambiente se não forem tratados e descartados adequadamente. Além disso, a falta de manutenção do sistema que recebe o óleo é uma questão crítica, exigindo uma análise das falhas e perdas para determinar variações e alternativas visando um melhor funcionamento.

A manutenção está inserida na grande maioria das empresas. Num cenário

global, fábricas que tem esse setor de forma concreta e que trabalha de forma estratégica, demonstram ser ainda mais consolidadas entre as organizações. Sua função primordial é garantir a disponibilidade das máquinas e que obtenham os melhores índices de produtividade e desempenho.

Ao analisar os gastos no setor de manutenção da empresa automotiva, verificou-se que a compra de óleos hidráulicos para as máquinas CNC representava uma parcela significativa do orçamento mensal. Esse custo era variável devido à falta de padronização na utilização e à ineficiência no controle de estoque, resultando em problemas de escassez de fluidos devido a constantes vazamentos dos sistemas hidráulicos das máquinas e erros no processo de abastecimento.

Os circuitos hidráulicos utilizados nas máquinas analisadas são de circuito fechado, indicando que após a sua movimentação o óleo retornará ao reservatório. Dessa forma, o consumo de fluido se dá apenas por alguma perda ou troca programada.

Este trabalho tem como objetivo analisar e propor alternativas em torno do consumo de óleo hidráulico na fábrica de fornecedora de peças automotivas e determinar um melhor controle, pois, assim, a fábrica obteve informações importantes para melhor planejamento, como gastos mensais e perdas. Dessa forma, também determinou uma melhor qualidade em todo o processo de usinagem, garantindo melhor desempenho e melhores resultados econômicos.

Portanto, acredita-se que, atingindo os objetivos propostos de diminuir o desperdício de óleo hidráulico, melhorando os controles associados a ferramentas e acessórios, outras empresas que possuem processos de alta produção verão neste estudo uma contribuição relevante para atingirem seus objetivos de ganhos de produtividade.

Este trabalho irá auxiliar para que outras pesquisas sejam realizadas nesse ramo, pois verifica-se escassez de estudos na área de usinagem e gestão da distribuição de óleos em fábricas.

1.1 Motivação

Na indústria metalúrgica, a lucratividade desempenha um papel fundamental na estabilidade e longevidade das empresas. Para se manterem competitivas no

mercado, é essencial que elas reduzam os custos com insumos, matéria-prima e desperdícios ao mínimo possível.

Devido ao avanço da tecnologia, às políticas comerciais e aos padrões de consumo da sociedade, as empresas enfrentam cada vez mais competitividade. Isso exige a adoção de práticas que melhorem constantemente os indicadores de produção e a qualidade dos produtos. Nesse contexto, o Sistema Toyota de Produção, também conhecido como Lean Manufacturing, desempenha um papel fundamental na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua da produção industrial.

Ao analisar os custos envolvidos no setor de manutenção da empresa metalúrgica fornecedora de peças automotivas, observou-se que a compra dos óleos hidráulicos utilizados nas máquinas CNC representava uma parcela significativa do orçamento mensal e que o custo não era fixo, visto que a utilização dos mesmos não era de forma padronizada e devido ao não gerenciamento de estoque. Dessa forma, haviam diversos problemas relacionados a escassez desses fluídos.

Os óleos desempenham um papel crucial no funcionamento do sistema hidráulico, sendo essenciais para transmitir a força necessária ao movimento dos equipamentos examinados. O sistema utilizado nas máquinas analisadas neste estudo é do tipo fechado, o que implica que, após transferir a potência necessária, o óleo retorna a um reservatório e segue o mesmo percurso novamente. Como resultado, era comum ocorrerem paradas na produção devido a vazamentos nesse tipo de sistema nas máquinas CNC.

No âmbito dos custos, não se restringindo apenas à aquisição de insumos, percebe-se um desperdício de mão de obra e produção associado às interrupções para reparo dos sistemas hidráulicos com vazamentos. Essa situação é atribuída à falta de realização de manutenções preventivas periódicas nas máquinas, resultando em um sistema pouco confiável, sujeito a manutenções corretivas frequentes e propenso a perdas de produção.

Deve-se, também, levar em consideração a busca de um desenvolvimento industrial sustentável e que garantam um equilíbrio ambiental. Assim, normaliza na NBR 10004 sobre os riscos potenciais à saúde e meio ambiente e o gerenciamento de resíduos sólidos. Nessa norma brasileira, classifica fluídos e óleos hidráulicos como um resíduo perigoso. Além disso, o Conselho Nacional de Meio Ambiente

(CONAMA) na resolução nº 362/2005 informa todo óleo usado e contaminado deve sofrer destinação compatível com sua condição e, se não for mistura oleosa ou biodegradável, precisa ser rerefinado. Portanto, na presente conjuntura de aumento da consciência ambiental e implementação de regulamentações voltadas à preservação do meio ambiente, constata-se que se torna extremamente importante buscar maneiras de diminuir o uso de substâncias oleosas na indústria metalúrgica.

Desta forma, existe a necessidade de reduzir o consumo de óleo hidráulico nas máquinas de comando numérico da fábrica de usinagem, de forma a diminuir o custo direto da compra desse insumo, além de melhorar os desperdícios secundários envolvidos, para que melhore a eficiência do setor de manutenção e para obtenção do equilíbrio ambiental como um todo.

1.2 Objetivo Geral

Aplicar a metodologia *Lean Manufacturing* para redução do consumo de óleo hidráulico em uma fábrica de usinagem fornecedora de peças automotivas no Estado de Pernambuco .

1.3 Objetivos Específicos

- Revisão da literatura sobre a metodologia *Lean Manufacturing* e sobre temáticas envolvidas com o problema.
- Levantamento de dados para estudo e compreensão das evidências das possíveis causas da problemática.
- Utilizar a metodologia *Lean manufacturing* para a resolução da problemática.
- Analisar os resultados obtidos no estudo de caso.
- Publicar em artigos de congresso e revista

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta fase do trabalho, a concepção teórica da literatura é explorada. O objetivo é descrever os conceitos relacionados ao tipo de máquina utilizada na investigação, bem como apresentar os principais conceitos da metodologia utilizada. Além disso, serão abordadas as aplicações desses conceitos dentro da indústria automotiva e os métodos de avaliação para análise e solução de problemas. Essa parte do trabalho proporciona uma melhor compreensão de algumas ferramentas utilizadas para desenvolver o tema proposto, bem como justifica as escolhas feitas ao longo do trabalho.

Ao explorar a literatura existente, é possível embasar teoricamente as decisões tomadas e demonstrar a relevância e a validade das abordagens adotadas. É importante ressaltar que essa fase requer uma revisão cuidadosa da literatura disponível, a fim de garantir a precisão e a confiabilidade das informações apresentadas.

A partir dessa revisão, é possível estabelecer uma base sólida para o desenvolvimento do trabalho e fornecer embasamento teórico para as etapas subsequentes da pesquisa.

2.1 Máquinas de Comandos Numéricos Computadorizados

O Controle Numérico (NC) é um sistema utilizado em máquinas-ferramenta que permite a automação e controle preciso dos movimentos realizados pela máquina. Nesse tipo de sistema, um servomotor é responsável por receber os comandos do usuário e acionar os mecanismos da máquina para realizar os movimentos desejados, como o avanço da ferramenta, a rotação do eixo, entre outros. Dessa forma, é possível obter maior rapidez e precisão no processo de usinagem de peças (Rebeyka, 2008).

Com o avanço da tecnologia, houve uma transição do Controle Numérico (NC), que utilizava fios, para o Controle Numérico Computadorizado (CNC), que utiliza software para implementar as funções NC. Essa transição trouxe diversas vantagens, como maior flexibilidade e facilidade de programação das máquinas CNC (Rebeyka, 2008).

Com o uso de microprocessadores e memória, é possível armazenar e executar programas complexos, além de permitir a edição e modificação dos programas de

forma mais simples. Essa mudança para o CNC baseado em software também trouxe a possibilidade de integração com outros sistemas, como Projeto Assistido por Computador (CAD) e Manufatura Auxiliada por Computador (CAM), permitindo uma maior automatização e otimização dos processos de usinagem. Dessa forma, as máquinas CNC, conforme figura 1, se tornaram amplamente utilizadas na indústria, oferecendo maior precisão, velocidade e flexibilidade no processo de usinagem de peças (Falheiro, 2019).

Figura 1: Torno CNC



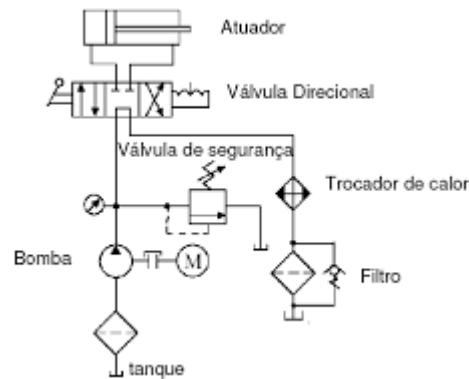
Fonte: Machineryline (2023).

2.1.1 Sistemas Hidráulicos

Um sistema hidráulico é uma integração de componentes físicos concebidos para transferir energia de maneira eficiente por meio de um fluido hidráulico, permitindo também a transferência e controle precisos de força e movimento. O ciclo tem início com a conversão de energia elétrica em energia mecânica, realizado por um motor elétrico conectado a uma bomba hidráulica. O transporte da energia hidráulica ocorre através sucção do fluido hidráulico de um reservatório para tubulações, mangueiras e válvulas, direcionando-a para os cilindros hidráulicos. Estes desempenham uma função crucial na conversão da energia hidráulica do fluido

em energia mecânica, resultando na execução de movimentos mecânicos nas aplicações industriais (Linsingen, 2013).

Figura 2: Circuito Hidráulico



Fonte: UNESP, 2014.

O circuito hidráulico, demonstrado na Figura 2, presente em diferentes centros de usinagem CNC, pode ter diferentes especificações conforme a mudança de modelo, fabricante e tipo de usinagem. De acordo com Palmieri (1997), a estrutura de um circuito hidráulico é composta por um ciclo contínuo de três sistemas. Inicialmente, para possibilitar a transmissão de energia, o processo se inicia com um sistema de geração de energia composto por um motor elétrico, bomba hidráulica, tubulações, mangueiras, filtro para remover impurezas e reservatório. Em seguida, temos um sistema de compartilhamento e controle, que inclui válvulas controladoras de direção, vazão e pressão, garantindo o funcionamento seguro e eficiente da CNC. Por fim, há um sistema de recebimento composto por cilindros, atuadores ou osciladores hidráulicos que movem as partes móveis, ativam sistemas de fixação, entre outros.

2.2 Fluidos

Os fluidos desempenham um papel fundamental na indústria moderna e são utilizados em uma ampla variedade de processos e aplicações. Estas substâncias, sejam elas líquidas ou gasosas, possuem propriedades específicas que permitem sua utilização em diversos ambientes, proporcionando eficiência, segurança e otimização dos processos produtivos.

Gonçalves (2018) afirma que os fluidos são estruturas complexas, formadas por agentes químicos que variam conforme a operação a ser executada e o tipo de material a ser trabalhado. É importante destacar que a seleção adequada do fluido é fundamental para o bom desempenho dos processos industriais. Propriedades como viscosidade, ponto de ebulição, inflamabilidade, estabilidade química e compatibilidade com materiais de contato devem ser consideradas durante a escolha e aplicação de um fluido específico.

Em resumo, os fluidos desempenham um papel crucial nas indústrias, atuando em diversos processos e aplicações. Seja para resfriar, lubrificar, dissolver, movimentar, transportar ou reagir, essas substâncias são indispensáveis para o funcionamento eficiente e seguro das atividades industriais. No entanto, é essencial adotar práticas sustentáveis e responsáveis, visando a preservação dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável das indústrias (Motta e Machado, 1995).

2.2.1 Fluidos Utilizados em Máquinas de Comando Numérico

Nos procedimentos de usinagem de máquinas CNC, variados óleos são empregados, cada um desempenhando uma função distinta no funcionamento da máquina. Isso pode variar dependendo do material que está sendo processado e do tipo de operação utilizada. Aqui estão alguns exemplos dos principais tipos de óleo:

a. Óleos lubrificantes: exercem uma função primordial na redução do atrito entre as peças móveis do circuito e dessa forma garante expandir a vida útil e o desempenho do sistema em geral.

b. Óleos de corte: utilizados para lubrificar, minimizar quebras e refrigerar a ferramenta de corte durante a operação, reduzindo o atrito e o calor gerado. Além disso, eles também ajudam a remover os cavacos resultantes da usinagem, melhorando a qualidade do acabamento da peça. De acordo com Motta e Machado (2014) durante o processo de corte na usinagem é essencial a utilização do óleo de corte para garantir a qualidade das peças, como por exemplo, a melhoria no acabamento superficial, a força durante o processo de usinagem, as condições de penetração, outro detalhe de suma importância é evitar o aquecimento excessivo da peça, ocorrendo problemas de manuseio da peça ou expansão do componente fabricado que possa gerar erros no dimensionamento.

c. Óleos Hidráulicos: São utilizados para realizar a transmissão de energia, troca de calor, estancagem de folgas e lubrificação partes móveis do sistema hidráulico. De acordo com Alves (2020), o fluido hidráulico desempenha um papel fundamental em uma instalação hidráulica ao transmitir forças e movimentos. No entanto, vale salientar que não existe um fluido hidráulico ideal que seja adequado para todas as aplicações.

2.3 Sistema Fordista e Toyotismo

O Toyotismo, também conhecido como Sistema Toyota de Produção (TPS), é um modelo revolucionário que surgiu após a Segunda Guerra Mundial, quando a Toyota enfrentou desafios econômicos e estruturais. Ao contrário do sistema de produção Ford com produção em massa, a STP priorizou a produção de pequenos lotes e múltiplos modelos para atender às diversas necessidades do mercado japonês (Ohno,1988)

A escassez de recursos e o espaço limitado de armazenamento levaram a Toyota a adotar uma abordagem inovadora, fabricando baixos volumes de diferentes modelos de veículos em uma mesma linha de produção (Liker, 2021). Isso resultou na redução de custos de produção e permitiu acesso a recursos financeiros, tornando a Toyota resiliente em um contexto pós-guerra (LIKER, 2021).

O cerne do STP reside na eliminação de desperdícios e na busca pela fabricação com qualidade desde a primeira vez (Ricci *et al.*, 2018). Taiichi Ohno, figura fundamental nesse processo, desafiou-se a elevar a Toyota ao patamar de produtividade da Ford, o que foi alcançado ao focar em práticas como ir ao gemba, ou seja, estar onde a produção acontece (Liker, 2021). Segundo Ohno (1997), a visão da Toyota era enxergar que o sistema convencional de produção em massa americano não era uma boa estratégia a ser aplicada na indústria japonesa.

A eficiência do STP não se limita apenas à produção, mas é uma cultura organizacional que permeia todos os níveis da empresa (Correia, 2018). É uma mentalidade que visa expor e resolver problemas em diversos contextos, concentrando esforços na eliminação de desperdícios de tempo, material e dinheiro (Correia, 2018). De acordo comWomack, Jones e Ross (1992), a mentalidade enxuta pode ser definida como uma forma de especificar valor, organizando as atividades

deforma a otimizar o tempo e minimizar o uso de recursos, realizando atividades sem interrupção e no momento em que são solicitadas.

Segundo Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção coloca um foco central nos trabalhadores, buscando harmonizar a eficiência na produção com a consideração pelos aspectos humanos. Essa filosofia se destaca de maneira notável com a implementação dos círculos de controle de qualidade, nos quais os colaboradores são ativamente envolvidos na busca incessante por aprimoramentos e na identificação de problemas.

A produção enxuta, também denominada Lean Manufacturing, é a essência do STP, é uma estratégia que visa aprimorar os processos produtivos, eliminando atividades que não agregam valor ao produto (Silva et al., 2019). Isso se traduz em uma busca contínua pela eficiência, por meio da eliminação sistemática de desperdícios (Silva et al., 2019).

2.4 *Lean Manufacturing*

A abordagem de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*), com raízes no Sistema Toyota de Produção (STP) originado no Japão, representou uma revolução na indústria, redefinindo os paradigmas estabelecidos por Alfred Sloan e Henry Ford no pós-guerra (Womack, Jones e Roos, 1992). Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, visionários da Toyota, reconheceram a necessidade de uma abordagem distinta de produção, adaptando-a às particularidades da empresa e dando início à jornada rumo à produção enxuta (Womack; Jones, 2004).

No centro do *Lean Manufacturing* reside a busca incessante pela otimização das relações com clientes, fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações produtivas, visando realizar mais com menos - menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e espaço (Womack; Jones, 2004). Esta abordagem culmina em um alinhamento cada vez mais preciso com as demandas dos clientes, uma virtude inestimável no mundo empresarial contemporâneo.

A essência do LM, defendida por Fernandes e Ramos (2006), é contribuir para agregar maior valor aos clientes, eliminando todas as formas de desperdício nos processos. Estas práticas não só melhoram a satisfação dos clientes, mas também garantem a otimização dos recursos, gerando um retorno significativo do

investimento(Fernandes; Ramos, 2006).

Riani (2006) enfatiza que a essência do LM é a contínua redução de desperdícios, como estoques excessivos e tempos de espera prolongados. É, portanto, uma abordagem que visa a aperfeiçoar processos e procedimentos, culminando em maior produtividade e eficiência operacional. Esta filosofia encontra sua essência na mentalidade enxuta (*Lean thinking*), conforme preconizado por Womack, Jones e Roos (2004), que propõem a eliminação do desperdício como princípio fundamental na criação de valor para a organização.

2.4.1 *Lean Manufacturing* e Seus Princípios

A produção enxuta, também conhecida como *Lean Thinking*, é uma filosofia de produção baseada nos princípios estabelecidos por James Womack e Daniel Jones em seu livro *Lean Thinking* (2004). Esses princípios visam aumentar a eficiência dos processos produtivos e eliminar atividades que não agregam valor aos clientes:

1. Determinar o Valor: No âmbito do *Lean Manufacturing*, o princípio fundamental reside em compreender as exigências dos clientes, permitindo a identificação de oportunidades para aprimorar os processos. Valor é definido pelo cliente final, não pela empresa. É crucial atender às expectativas de preço, qualidade e prazo (Womack e Jones, 2004).

2. Identificar a Cadeia de Valor: Compreender todas as atividades necessárias, do início ao fim, para que o produto/serviço atenda às perspectivas dos clientes. Isso inclui distinguir atividades que agregam valor daquelas que não, minimizando desperdícios (Womack e Jones, 2004).

3. Criar um Fluxo Contínuo: Após analisar a cadeia de valor, é essencial eliminar atividades que a interrompem, garantindo um fluxo de valor ininterrupto. A adoção de lotes unitários ajuda a reduzir desperdícios e estoques (Womack e Jones, 2004).

4. Produção Puxada: Este princípio propõe produzir somente o necessário no momento solicitado pelo cliente. Isso evita o acúmulo de estoques, promovendo eficiência no uso de recursos e redução de custos (Womack e Jones, 2004).

5. Perfeição: Buscar a excelência implica na constante evolução dos processos, visando atingir um estado de eficiência máxima, com a redução total

de desperdícios. Todos os membros da cadeia produtiva devem estar envolvidos nesse processo (Womack e Jones, 2004).

Ao implementar esses cinco princípios básicos do LM, as organizações têm a oportunidade de identificar melhorias reais, priorizar processos de valor e eliminar desperdícios. Manutenções corretivas, peças fora do padrão e outros tipos de desperdícios devem ser excluídos, enquanto atividades como limpeza de máquina e troca de parâmetros tem que ser otimizadas.

2.4.2 Os Sete Tipos de Desperdícios

Os sete tipos de desperdícios, Figura 1, de acordo com os princípios do *Lean Manufacturing*, representam atividades que não agregam valor ao processo produtivo, mas geram custos para a empresa (Silva et al., 2013). Esses desperdícios, quando não eliminados, podem resultar em uma série de consequências prejudiciais, desde estoques desnecessários até problemas de qualidade no produto final.

Figura 3: Os 7 tipos de desperdícios



Fonte: Igus Blog Brasil (2023).

1. Perdas por superprodução são o resultado da produção em excesso, ou seja, quando se produz mais do que a demanda atual, o que leva à necessidade de armazenamento do excedente. Isso pode gerar dificuldades no controle de produção e estoque, aumentando os custos de armazenagem (Silva et al., 2013).

2. Excesso de estoque é a manutenção de uma reserva abundante de matéria-prima ou produtos acabados, levando à necessidade de grandes áreas

de armazenamento e custos adicionais. Isso pode resultar em perdas por validade, obsolescência e problemas de alinhamento com a demanda dos clientes (Shingo, 1996).

3. Perdas por transporte referem-se à movimentação de matéria-prima ou componentes além do necessário, o que não agrega valor ao produto final. É crucial entender que esse desperdício deve ser eliminado ao máximo, não apenas melhorado (Shingo, 1996).

4. Perdas por espera referem-se ao tempo ocioso dos processos produtivos, seja por falta de matéria-prima, informações, equipamentos ou pessoal, ou devido a manutenções não planejadas. Durante esse tempo, a produção está ativa, mas não agrega valor devido a algum gargalo no processo (Ohno, 1997).

5. Perdas por movimentação ocorrem devido a movimentos desnecessários realizados por operadores ou produtos no processo produtivo. Essa movimentação não contribui para o valor do produto e pode ser causada pela falta de padrões ou layouts ineficientes (Ohno, 1997).

6. Perdas por superprocessamento ou processamento incorreto, devido instrumentos e/ou métodos inadequados, envolvem o gasto excessivo de esforço humano ou maquinário em operações desnecessárias, o que pode resultar em movimentação exacerbada e defeitos, prejudicando o fluxo do processo produtivo (Shingo, 1996).

7. Perdas por produtos defeituosos ocorrem quando peças são produzidas fora dos requisitos mínimos de qualidade, resultando em retrabalho, superprodução e desperdício de tempo e esforço (Silva et al., 2013).

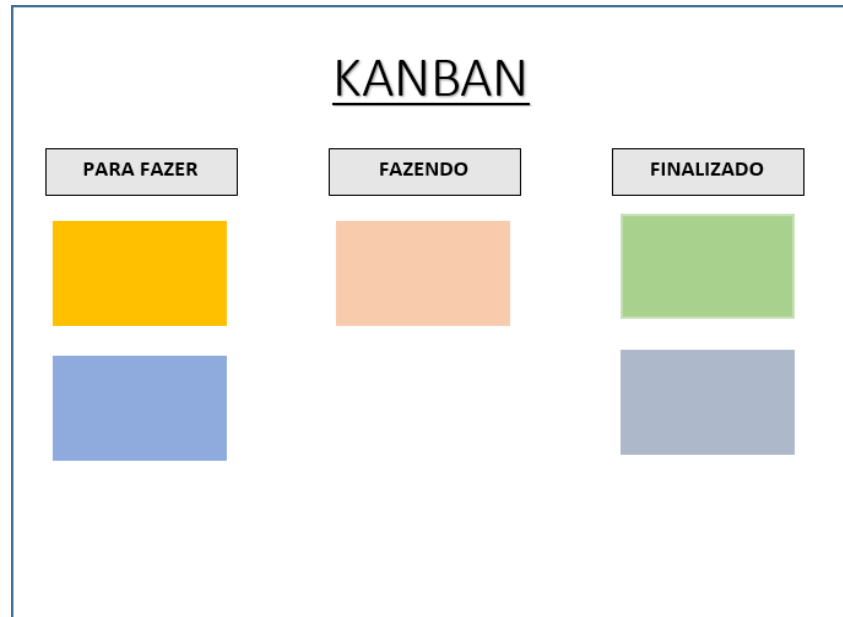
A eliminação desses desperdícios é crucial para a eficiência e competitividade da empresa, permitindo a produção com menor uso de recursos, como tempo, espaço, mão de obra e matéria-prima (Mesquita et al., 2014).

2.5 Lean Manufacturing e Suas Ferramentas

2.5.1 Kanban

O *Kanban*, figura 2, termo que deriva do japonês "kan" (visual) e "ban" (cartão ou placa), é um sistema de gestão visual que visa otimizar o fluxo de produção em uma empresa (Marques, 2023).

Figura 4: Exemplo de um esquema visual do sistema Kanban



Fonte: Autor (2023).

A utilização do Kanban vai além da interpretação literal de cartões, pois abrange a qualquer mecanismo de gestão visual que facilite a comunicação entre os processos e que indique as necessidades da produção (Gayer, 2019). Ao adotar esse sistema, é possível identificar as lacunas e falhas, promovendo melhorias na produção, bem como mantendo a organização e limpeza, além de estabelecer um sistema de comunicação visual padronizado (Silva, 2019).

A resolução de problemas é um pilar fundamental do processo. Este envolve a identificação, análise das causas, desenvolvimento de soluções, implementação e monitoramento dos resultados. Dessa forma, o kanban se alinha à ideia de limitar as atividades em andamento, garantindo que um novo item só seja iniciado após a conclusão do anterior (Mariotti, 2008).

Portanto, pode-se concluir que esse sistema pode ser utilizado em várias esferas organizacionais e até mesmo no âmbito domiciliar, pois ajudará, de forma visual, um caminho a ser seguido até a resolução final de um problema/tarefa.

2.5.2 Poka-Yoke

A ferramenta consiste em um sistema de verificação de qualidade baseado em dispositivos que podem ser inspecionados ou regulamentados (Shingo, 1996).

Segundo Shingo (1996), os sistemas de ajuste à prova de erros podem ser

divididos em sistemas de controle e sistemas de alerta precoce. Para o autor, um sistema de controle é o mais eficaz porque interrompe o processo até que a situação que causou o defeito seja corrigida. Este aviso permite que o processo que criou o defeito continue.

O teste Poka-yoke inclui método de contato, método de configuração e método de etapa. Os defeitos são identificados pelo contato de um dispositivo conectado ao formato, tamanho ou cor do produto; o método definido determinará se o número planejado de atividades foi executado; e as etapas verificarão se cada etapa do processo está correta. preenchido corretamente (Shingo, 1996).

2.5.3 Método A3

Segundo Shook (2008), o que dá nome ao sistema A3 é o tamanho de uma folha de papel de formato internacional (29,7 cm x 42 cm). A ideia da Toyota é que todos os problemas enfrentados pela empresa devem ser colocados em uma folha de papel, possibilitando que todos enxerguem o problema pela mesma perspectiva. Segundo o autor, esse registro deve conter os seguintes elementos:

- Título: Define o problema, tema ou questão;
- Autor/Data: identifica quem é o “responsável” pelo problema em questão e a data da última atualização do documento;
- Situação atual: Estabelece o contexto do negócio e a importância do problema;
- Objetivos/Metas: Identifica o resultado almejado.
- Análise: Verifica as possíveis causas do presente problema
- Proposta de melhoria: indica possíveis ações que possam ajudar a chegar no objetivo;
- Plano de ação: indica um caminho a ser seguido e quem o fará para alcançar a meta;
- Acompanhamento: Estabelece um processo de revisão, acompanhamento e aprendizado, prevendo possíveis problemas restantes.

Vale ressaltar que o ponto principal não é o modelo do relatório feito no A3, mas sim levar o participante a executar um ciclo PDCA – do inglês “*plan, do, check, act*”, que significa “planejar, fazer, checar e agir”. O sistema A3, defende Shook (2008), consiste em uma metodologia na qual as responsabilidades são partilhadas, de modo que, quando o líder delega uma atividade a alguém, ele não impõe de que maneira

aquela atividade deverá ser executada, mas sim garante a liberdade para o subordinado escolher sua estratégia de atuação possibilitando um desenvolvimento pessoal e um sentimento de responsabilidade em cada colaborador. Segundo o autor, o sistema A3 ilustra os meios de construir sistemas e processos sensíveis que cascateiam a responsabilidade por toda a operação (Shook, 2008)

2.5.4 Melhoria Contínua (*Kaizen*)

Kaizen, que tem origem japonesa, significa “melhoria contínua”. Segundo Ortiz (2010), embora faça parte do processo, o *Kaizen* se diferencia da produção enxuta, pois seu objetivo não é remover desperdícios, e sim melhorar os processos. Segundo o autor, cada funcionário da empresa tem um papel fundamental em cada melhoria.

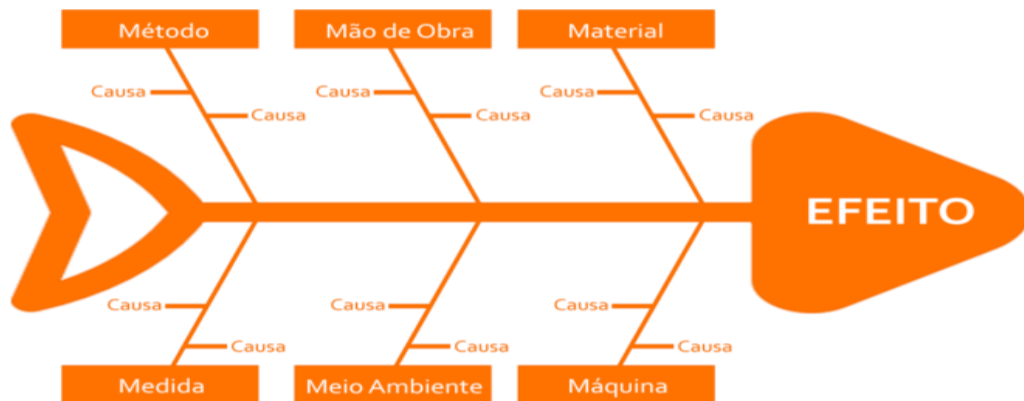
Em poucas palavras, o *Kaizen* proporciona uma mudança de cultura em todos os membros da organização, levando-os ao pensamento de que sempre será possível um aprimoramento, partindo do âmbito pessoal até a empresa como um todo (ORTIZ, 2010).

Para atingir os objetivos do *Kaizen*, é necessário conhecer as ferramentas que auxiliam essa abordagem.

2.5.4.1 Diagrama de *Ishikawa*

O Diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como Diagrama de Causa-Efeito ou Diagrama de Espinha de Peixe devido à sua característica morfológica, é uma ferramenta crucial na gestão da qualidade. Desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943, inicialmente focado em ambientes industriais, sua aplicabilidade se estendeu para diversos setores, destacando-se por sua simplicidade e eficácia na identificação e análise das causas de variação em processos e produtos (Silva, 2018) (Williams, 1995) (Trivellato, 2010)

Figura 5: Representação Gráfica do Diagrama de *Ishikawa*



Fonte: Na Prática.Org (2022).

A representação gráfica do diagrama oferece uma visualização clara das possíveis interações entre causas e efeito de um problema. Cada efeito (Problema) é associado a múltiplas causas, agrupadas em categorias, Figura 3, conhecidas como os 6M's: métodos, mão de obra, matérias-primas, máquinas, medição e ambiente (Marques, 2012). Essa categorização permite uma abordagem estruturada na identificação das causas mais prováveis para uma análise aprofundada.

2.5.4.2 Brainstorming

Uma sessão de *brainstorming*, também conhecida como tempestade de ideias, é uma valiosa ferramenta qualitativa que reúne um grupo de pessoas para discutir e propor soluções para um determinado assunto em um curto período de tempo. Esta abordagem, descrita por Daniel e Murback (2014), distingue-se porque envolve todos os membros e garante a qualidade da tomada de decisão coletiva, dessa forma promove o compromisso e a responsabilidade partilhada.

Esta técnica, tal como definida por Osborn (1957), desempenha um papel fundamental no estímulo à geração de ideias em grupos, permitindo a exploração de soluções inovadoras para os problemas mais complexos. O principal objetivo do *brainstorming* é libertar a mente dos participantes de qualquer obstáculo ou limitação, incentivando a livre expressão de pensamentos e a contribuição de ideias sem críticas iniciais, para que possam encontrar um roteiro e/ou solução para um problema.

2.5.4.3 Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA, popularizado por Deming (2003), é uma metodologia estruturada para resolver problemas e aprimorar processos. Ele se divide em quatro etapas: Planejar, executar, verificar e agir, conforme Figura 4. Cada uma dessas etapas irá orientar um prosseguimento de tarefas para ser executado.

Segundo Rapôso *et al.* (2019), cada etapa constitui as seguintes premissas:

- P – Planejar: Estabelece meta/melhoria por meio de um planejamento de ações.
- D – Fazer: Coloca em prática o planejamento da primeira etapa.
- C – Checar: Analisa se foi implementado e alcançado o(s) objetivo(s) do planejamento
- A – Agir: Realiza correções necessárias ou para aprimorar os resultados obtidos.

Figura 6: Ciclo PDCA



Fonte: Escola DNC (2020)

2.5.4.4 Programa 5S e Programa 8s

O Programa 5S, concebido por Kaoru Ishikawa na década de 50 no Japão, surgiu como uma resposta à necessidade de aprimorar a eficiência e organização nas empresas da época, que enfrentavam desafios de desordem e desperdício (Filho, 2003). No programa existem 5 senso, que são *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

Seiri - Prioriza a identificação da utilidade de cada item, para que haja a eliminação adequada daquilo que não possui valor ou necessidade, como ferramentas e equipamentos (Silva, 1994).

Seiton - Concentra-se na arrumação e ordenação dos objetos, pois estarão classificados ou ordenados de forma lógica, facilitando o acesso e a utilização eficaz

(UDESC, 1996)

Seiso - Destaca a importância da limpeza como base fundamental do programa, contribuindo para a segurança e qualidade no ambiente de trabalho (Osada, 1992).

Seiketsu - enfatiza a necessidade de criar um ambiente de trabalho padronizado e que corresponda às condições físicas e mentais dos colaboradores, por exemplo, aspectos ergonômicos, bom relacionamento interpessoal, climatização e iluminação (Filho, 2003).

Shitsuke - Envolve a autodisciplina e o compromisso em manter as melhorias já implementadas, seguindo os procedimentos implantados (UDESC, 1996).

Originado do programa 5S e sugerido para integrar essa filosofia no contexto brasileiro, o programa 8S, Figura 7, representa uma abordagem inovadora ao priorizar a gestão de recursos humanos e materiais, em contraste com o investimento convencional em automação e equipamentos. Sua essência reside na colaboração, na capacitação e educação, que se unem em um grupo envolvido com o propósito comum de promover eficiência, organização e redução de desperdícios (Abrantes, 2007).

Figura 7 : Elementos do Programa 8S



Fonte: ASH GROUP (2019)

Abrantes (1998) propôs os seguintes sentidos:

Shikari Yaro (determinação e união) - Visa facilitar o trabalho em equipe por um objetivo ou atividades da empresa, de forma que também haja uma interação comunicativa entre a alta gestão e os colaboradores da organização (Abrantes, 1997).

Shido (treinamento) - Este princípio busca impulsionar o crescimento profissional e a formação tanto individual quanto coletiva. Isso visa não apenas aprimorar a

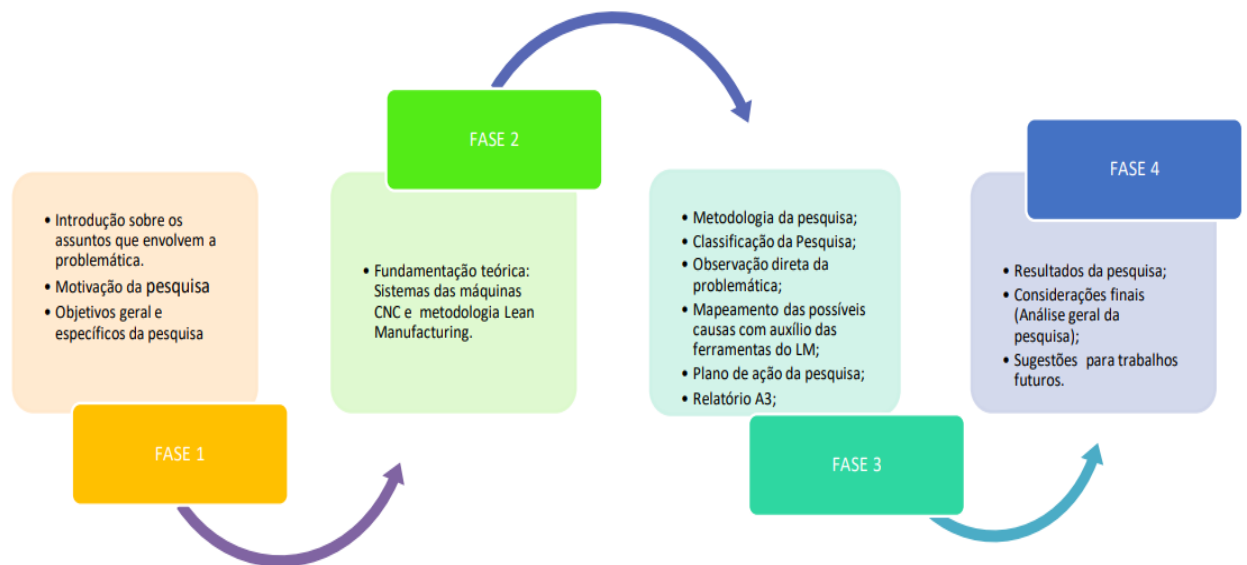
qualidade de vida no ambiente de trabalho, mas também motivar os colaboradores por meio da educação e do enfrentamento de novos desafios. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento pessoal e profissional, permitindo que cada indivíduo alcance seu potencial máximo e se sinta plenamente realizado (Abrantes, 1998)

Setsuyaku (economia e combate ao desperdício) - Refere-se a utilização consciente dos recursos da organização. Incentiva que os próprios colaboradores contribuam com ideias de melhorias com o propósito de reduzir desperdícios e aumentar a produtividade, o que, por sua vez, assegura a eficácia e a eficiência operacional. (Abrantes, 2007).

3 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa científica, de acordo com a perspectiva de Gil (2007), é um procedimento essencial que visa fornecer respostas para os problemas propostos. Este processo envolve várias etapas, conforme Figura 8, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados obtidos. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa só é iniciada quando há uma pergunta ou dúvida que se deseja responder.

Figura 8: Fases da Investigação



Fonte: Autor (2023).

3.1 Classificação da Pesquisa

Este estudo visa avaliar a eficácia da adoção do Lean Manufacturing no setor de manutenção para reduzir o desperdício de óleo hidráulico uma empresa metalúrgica fornecedora de peças automotivas. Para isso, procura-se conhecer as características da situação, alcançando maior familiaridade com o problema, com o objetivo principal de aprimorar ideias e buscar novas soluções; pode-se, portanto, classificar esta pesquisa como sendo do tipo exploratória (Gil, 2002; 2008). Segundo Gil (2008, p. 27):

As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

Ainda conforme o autor, as pesquisas exploratórias geralmente constituem a primeira etapa de uma investigação mais ampla: assim como a cultura empresarial está sempre amadurecendo dentro dos princípios da melhoria contínua, o tema deste estudo não se encerra nestas páginas, havendo sempre espaço para futuros desenvolvimentos (Gil, 2008)

Embora alguns resultados estejam fundamentados em dados quantitativos, a abordagem adotada na pesquisa é a qualitativa, uma vez que não se emprega um instrumental estatístico como base do processo de análise do problema (Richardson, 2012). Quanto à metodologia empregada, adota-se a abordagem de estudo de caso, conforme descrito por Gil (2002), que consiste na análise minuciosa e abrangente de um ou poucos objetos, proporcionando um entendimento aberto e detalhado.

Além disso, trata-se primariamente de uma pesquisa aplicada, ou seja, caracterizada por seu interesse prático, na qual os resultados são aplicados ou utilizados imediatamente para solucionar problemas que ocorrem na realidade (Marconi; Lakatos, 2002). As técnicas utilizadas foram a análise de fontes bibliográficas e análise documental, bem como a observação direta do funcionamento dos processos do setor da manutenção e das linhas de produção.

3.2 Ambiente de Observação

O departamento em foco para este estudo é o de PCM (Planejamento e Controle da Manutenção), responsável por planejar e controlar as manutenções dos equipamentos das três linhas de produção e da área de utilidades. Além disso, também se encarrega da aquisição dos óleos utilizados nas máquinas e da gestão do armazenamento de produtos químicos. Este departamento conta com oito membros distribuídos em diferentes cargos, incluindo gerência, supervisão, analista, auxiliar e estagiário.

Primeiramente, procedeu-se com a monitorização das operações do setor, com o objetivo de identificar um desafio recorrente que pudesse servir como ponto de partida para a aplicação e melhor compreensão da metodologia em estudo e identificação dos princípios do LM. Após esse período, pôde-se prospectar qual seria o problema a ser examinado.

3.3 Definição das Ferramentas Utilizadas

Ao realizar as etapas de observação e revisão teórica, constatou-se que a adoção do método A3 é crucial para conduzir a análise da causa raiz. Isso se deve não apenas à sua natureza visual, pois todo processo se encontraria em uma folha A3, e à participação dos interessados no problema, mas também ao fato de que ele facilita a aplicação das demais ferramentas do *Lean Manufacturing* na resolução do problema.

No relatório A3, será aplicado o conceito de *Kaizen* e o ciclo PDCA foi empregado como um guia no decorrer do estudo, seguindo as seguintes etapas:

- P (Planejar): Expor o problema identificado durante a fase de observação e utilização das ferramentas do *Lean Manufacturing* para descobrir e mitigar a causa raiz.
- D (Executar): Elaborar um plano de ação para resolver ou mitigar o problema em questão.
- C (Verificar): Avaliar os resultados obtidos a partir da implementação do plano de ação.
- A (Agir): Após analisar os resultados e confirmar a eficácia do plano de ação, apresentar os resultados à diretoria e iniciar o processo de padronização e sugestões de melhorias. Além disso, estimular a aplicação dessas práticas na outra filial.

3.4 Resultado da Observação Participativa

Após um período de observação e participação nas atividades desempenhadas pelo PCM, foi possível identificar atividades que não agregavam valor ao produto final na cadeia. Durante a análise das linhas de produção, foi observado vazamentos frequentes, Figura 9, nos sistemas hidráulicos, os quais, em conversas com mecânicos e operadores, muitas vezes levavam a paradas na produção que interrompiam o fluxo contínuo da cadeia de valor ou ao abastecimento dos reservatórios sem haver a manutenção corretiva para que não parasse a produção, causando um desperdício contínuo de óleos hidráulicos.

Analisou-se que havia um lubrificador no primeiro e segundo turno, no qual eram responsáveis por abastecer as linhas. Entretanto, durante o terceiro turno e, em

algumas ocasiões, nos dois primeiros turnos, a pedido do supervisor de produção, outros colaboradores eram designados para realizar o abastecimento, com o objetivo de evitar interrupções na manufatura. Essa prática possibilitava a introdução de óleo inadequado nos reservatórios, uma vez que esses colaboradores não possuíam o devido treinamento, ao contrário dos encarregados dessa responsabilidade. Tal procedimento resultava em potenciais contaminações e no acréscimo de uma quantidade de fluido superior à recomendada.

Por consequência, constatou-se que o estoque de óleos hidráulicos utilizados nas máquinas CNC frequentemente ficava aquém do desejado e que não havia monitoramento da destinação dos mesmos nas máquinas. Isso resultava na necessidade constante de adquirir esses fluidos de forma não padronizada, o que, por sua vez, afetava os fluxos de processo e os custos do departamento de manutenção.

Por fim, constatou-se que para alcançar o estado de perfeição delineado nos princípios do Lean Manufacturing requer a eliminação completa do desperdício no ambiente em questão. Diante disso, tornou-se relevante apresentar, de maneira proativa, às lideranças do setor a preocupação em relação ao problema analisado, visando a implementação de planos de ação

Figura 9: Vazamentos nas linhas de produção



Fonte: Autor (2023)

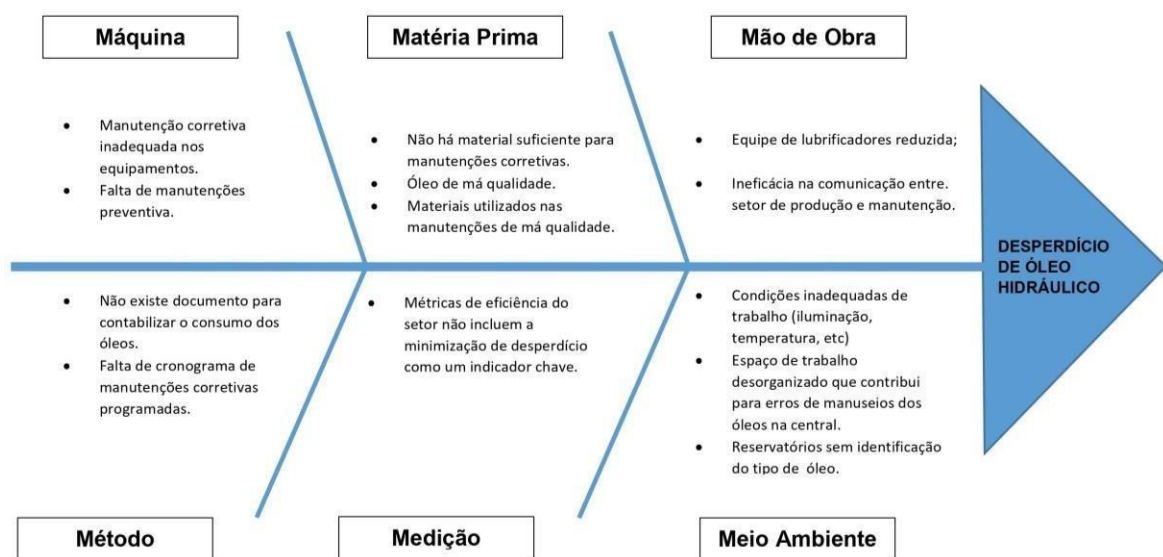
3.5 Dinâmica de Grupo e Análise das Causas

Após a definição do escopo do estudo, que se concentrou no desperdício de óleo

hidráulico nas linhas de produção, propôs-se à gerência do setor de manutenção a realização de uma sessão de *Brainstorming* com a equipe. O objetivo dessa atividade foi analisar as possíveis causas desse desafio. Durante a dinâmica em grupo, houve estímulo para que os participantes apresentassem sugestões sem constrangimentos, considerando que todas as ideias seriam submetidas à análise e, ao final, filtradas com base no conhecimento coletivo.

A ferramenta adotada para identificar e abordar as causas subjacentes a esse problema foi o diagrama de *Ishikawa*. O resultado dessa análise está disponível na Figura 8, proporcionando uma visualização clara das conclusões alcançadas.

Figura 10: Diagrama de *Ishikawa* das causas do desperdício de óleo hidráulico



Fonte: Autor (2022).

No âmbito das questões relacionadas à mão de obra, destacam-se duas possíveis razões: uma equipe de lubrificadores reduzida e a falta de eficiência na comunicação entre os setores de produção e manutenção. A primeira situação é confirmada pela presença de apenas um lubrificador nos turnos da manhã e tarde, enquanto no terceiro turno, a responsabilidade pela lubrificação das máquinas recai sobre os manutentores ou operadores de produção, o que pode resultar em falhas operacionais, como o abastecimento incorreto do óleo nos reservatórios ou seu

excesso e desvio de atribuição/posto de trabalho, devido à falta de treinamento para essa função específica. A segunda razão também se valida, uma vez que foi observado que a comunicação entre os líderes de produção e manutenção não é eficiente, o que leva à não abertura de ordens de serviço corretivas e, por conseguinte, à falta de direcionamento da equipe para a correção de vazamentos.

No que diz respeito à matéria-prima, constatou-se que a hipótese de óleos e materiais utilizados nas manutenções serem de má qualidade pode ser descartada. Isso se deve ao fato de que, após diálogo com o setor de qualidade verificou-se que os óleos utilizados são autorizados pelo setor de química da empresa, após uma análise criteriosa, e os materiais empregados são adquiridos conforme as especificações recomendadas pelo setor de PCM. No entanto, a causa relacionada à insuficiência de material para as manutenções é válida. Em conversas com mecânicos e o supervisor de manutenção, foi observado que, muitas vezes, é necessário recorrer a soluções improvisadas para conter ou reduzir vazamentos, o que torna o sistema hidráulico pouco confiável, resultando na recorrência do problema em curto prazo.

No que concerne às máquinas, a hipótese de que a manutenção corretiva é inadequada nos equipamentos é válida, pois está diretamente ligada à escassez de material e à possibilidade de erro humano durante as correções. Uma segunda hipótese, indicando a falta de manutenção preventiva nos equipamentos como a causa raiz dos vazamentos de óleos hidráulicos, foi identificada. Verificou-se a existência de um plano de manutenção anual elaborado pelo setor de manutenção; no entanto, constatou-se que o mesmo não estava sendo seguido. Os mantenedores dos três turnos eram designados apenas para manutenções corretivas emergenciais e, caso não houvesse ocorrências, permaneciam de plantão, uma vez que não tinham permissão para intervir nas máquinas para evitar paradas na produção. Conseqüentemente, os sistemas das máquinas tornavam-se inseguros e pouco confiáveis, ficando sujeitos a intervenções corretivas imprevistas.

No contexto do método, observou-se que a ausência de um documento para registrar o consumo de óleo era um problema. No final do turno, os lubrificadores não tinham conhecimento de quais máquinas haviam recebido fluidos e nem da quantidade utilizada ao longo do dia. Isso impossibilitava a identificação das máquinas críticas no que se refere a vazamentos de óleo hidráulico. Além disso,

devido à falta de informação sobre as máquinas críticas, a hipótese de que não havia um cronograma de manutenções corretivas programadas dos sistemas hidráulicos é válida.

Quanto à medição, ressaltou-se que as métricas de eficiência do setor não incorporam a minimização do desperdício como um indicador-chave. Essa constatação é pertinente, uma vez que, além da ausência de atenção a esse aspecto, observou-se a existência de uma cultura do desperdício. Não se percebia que a redução do desperdício poderia resultar em ganhos para a empresa em toda a cadeia de valor.

Em relação às causas ambientais, a hipótese de condições inadequadas de trabalho foi descartada como influência no problema. Entretanto, a constatação de que a central de óleos desorganizada e suja, juntamente com a falta de identificação nos reservatórios quanto ao tipo de óleo a ser depositado, contribui para erros no manuseio, é válida e deve ser considerada como uma melhoria ambiente de trabalho.

Posteriormente à conclusão do Diagrama e à identificação da causa principal e das causas adjacentes do obstáculo, procedeu-se à elaboração de um método A3 com o intuito de apresentar os resultados da análise, o estado atual da situação e o plano de ação para resolver a questão em pauta. Nesse plano, foram designados os responsáveis pelas atividades, bem como estabelecidos os prazos e/ou frequência para sua execução.

3.6 Elaboração do método A3

A utilização da metodologia A3 e das ferramentas Lean foi utilizado no setor de manutenção, após análise da necessidade de mitigar o desperdício de óleo hidráulico na fábrica de usinagem. O método foi aplicado com a equipe de planejamento e manutenção para gerenciamento do trabalho.

Após análise das causas no contexto da dinâmica em grupo e ao constatar a significância dos efeitos, tornou-se necessário adotar medidas corretivas abrangentes, não restritas à causa raiz. Esta abordagem possibilitaria, assim, a eliminação ou redução de todos os impactos identificados.

Dessa maneira, foi realizado um plano de ação, conforme o quadro 1, com medidas que auxiliem na resolução das causas apontadas. Nesta, definiu-se as

tarefas, responsáveis, data de execução, local, possíveis custos e status de finalização.

Quadro 1: Plano de Orientação e Execução

Plano de Orientação e Execução					
O que?	Quem?	Quando?	Onde?	Quanto?	Estado
1. Mapear e etiquetar os reservatórios das máquinas	Ana e Severino	06/12/2021	Linhas de produção	Sem custo	Finalizado dia 10/12
2. Criar documento para contabilizar o consumo de óleos	Ana e Rosemberg	14/12/2021	Sala da manutenção	Sem custo	Finalizado dia 16/12/2021
3. Reunir com os líderes da produção	PCP e PCM	17/12/2021	Sala da manutenção	Sem custo	Finalizado dia 17/12/2021
4. Treinar mais um lubrificador	Severino e Rosemberg	20/12/2021	Linhas de produção	Sem custo	Finalizado dia 20/12/2021
5. Treinar os lubrificadores no contabilizador de consumo de óleo e conceitos 8S	Ana e Rosemberg	22/12/2021	Sala de treinamento 2º andar	Sem custo	Finalizado dia 22/12/2021
6. Organizar central de óleos	Severino, Ana, José e e Leonardo	27/12/2021	Central de óleos	Sem custo	Finalizado dia 29/12/2021
7. Mapear os materiais necessários para reposição no almoxarifado.	Ana e Fabiano	05/01/2022	Almoxarifado e Sala da manutenção	Sem custo	Atrasado - Realizado dia 07/01/2022
8. Apresentar o programa e cronograma para manutentores	Ana, Rosemberg e manutentores	03/02/2022	Sala de treinamento 2º andar	Sem custo	Atrasado - Realizado dia 04/02/2022
9. Realizar reunião para apresentação de avanços	Ana e Rosemberg	05/05/2022	Sala de treinamento 2º andar	Sem custo	Finalizado dia 05/05/2022

Fonte: Autor (2022).

3.6.1 Mapeamento dos Reservatórios

Primeiramente, procedeu-se ao levantamento dos reservatórios em todas as máquinas das três linhas, identificando o tipo de óleo, bem como seus volumes máximo e mínimo. Em seguida, utilizando o conceito *Seiton* (ordenação) do 8s, cada tanque recebeu uma etiqueta contendo as informações obtidas, juntamente com o número correspondente ao equipamento, conforme exemplificado na imagem 11.

Essa medida, foi possível mitigar possíveis equívocos no abastecimento do tipo de óleo, prevenindo assim a contaminação dos óleos.

Figura 11: Mapeamento dos reservatórios



Fonte: Autor (2022).

3.6.2 Contabilizador de Consumo de Óleos

Utilizando o mapeamento das máquinas como guia, elaborou-se um documento em formato de checklist, conforme figura 12, que listava as máquinas junto com os óleos consumíveis correspondentes. Esse checklist possibilitava a contabilização do consumo de cada equipamento. É importante destacar que esse sistema foi padronizado para contabilizar todos os tipos de óleos, não se limitando apenas aos hidráulicos. Os lubrificadores, que eram os únicos responsáveis pelo abastecimento, utilizavam recipientes de 5 litros com marcações de nível para facilitar o acompanhamento do abastecimento e realizavam o preenchimento desse registro diariamente em seu respectivo turno. Na manhã seguinte, o PCM coleta o checklist e alimenta uma planilha de contagem para realizar gráficos gerais.

Figura 12: Checklist de contagem dos óleos

	RESPONSÁVEIS: LUBRIFICADORES	CHECK-LIST - CONSUMO DE ÓLEO POR MÁQUINA - LINHA 3
--	------------------------------	--

Operação	MÊS: JANEIRO	25			26			27			28			29			30			31					
	TIPO DO ÓLEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
20	HIDRÁULICO 32																								
	LUBRIFICANTE 68																								
	ÓLEO SOLÚVEL																								
40/A	HIDRÁULICO 32																								
	LUBRIFICANTE 68																								
40/B	HIDRÁULICO 46																								
	MOBIL VACTRA Nº 4																								
50	LUBRIFICANTE 68																								
63	HIDRÁULICO 46																								
	MOBIL VACTRA Nº 4																								
60	ÓLEO SOLÚVEL																								
	HIDRÁULICO 46																								
	MOBIL VACTRA Nº 4																								
70	OLEO MOBIL VACUOLINE 528 ISSO																								
	LUBRIFICANTE 68																								
	Protetivo QUAKER CLEAN 5609																								
65	ÓLEO SOLÚVEL																								
	HIDRÁULICO 46																								
	HIDRÁULICO 68																								

Fonte: Autor (2022)

3.6.3 Reunião Gerencial

Concomitantemente a essas duas atividades, foi agendada e conduzida uma reunião envolvendo os supervisores de produção, a gerência de manutenção e a equipe PCM. O propósito era expor a problemática do desperdício de óleos hidráulicos na empresa e destacar os impactos correlatos. Ademais, foram apresentados o plano de ação, as medidas já implementadas e solicitado o respaldo dos supervisores. Foi feito um apelo para que não solicitassem aos operadores o abastecimento das máquinas, pois é de responsabilidade exclusiva dos lubrificadores. Em situações de vazamentos ou paradas de máquinas, a orientação foi encaminhar primeiramente ao setor de planejamento, utilizando um aplicativo de mensagens online, para assegurar um controle mais efetivo das ordens de serviço e direcionamento das equipes.

Durante a reunião, percebeu-se entusiasmo por parte dos supervisores em relação às estratégias para resolver um problema recorrente nas linhas de produção, que inclusive impactava a movimentação, limpeza e organização devido aos fluidos que se acumulavam pelo chão. Vale ressaltar que os conceitos do 5S já estavam instaurados nas linhas e, portanto, que essas ações colaboravam com a aplicação dos conceitos *Seiso* (limpeza) que conseqüentemente ajudam com uma maior segurança e qualidade no ambiente de trabalho.

3.6.4 Treinamento dos Lubrificadores

Diante da decisão de incorporar mais um lubrificador à equipe, garantindo assim que em todos os três turnos houvesse um profissional responsável pela central de óleos e pronto para lidar com questões relacionadas ao abastecimento das máquinas, realizou-se um treinamento com o novo integrante. Contando com o suporte de um lubrificador experiente e um supervisor de manutenção, o treinamento abordou conceitos gerais de lubrificação, tipos de óleos e a rotina das atividades diárias, visando esclarecer todas as dúvidas. Ao longo da mesma semana, os dois lubrificadores colaboraram em conjunto para adquirir prática nas atividades.

Os princípios do 5S já eram previamente conhecidos e aplicados no setor de manutenção. No entanto, na central de óleos, localizada externamente à fábrica, esses princípios não eram empregados. Diante dessa discrepância, foi conduzido um treinamento com os lubrificadores sobre os conceitos do 8S, uma extensão do 5S, e sua aplicabilidade na instalação dos fluídos. Este treinamento, intrinsecamente relacionado ao conceito *Shido*, visou capacitar os profissionais, motivando-os para a resolução de problemas.

Durante o treinamento, foram discutidos os motivos subjacentes às mudanças futuras, como a organização e limpeza da central, destacando a necessidade de mitigar o desperdício de óleo, desafio ao qual os participantes concordaram em enfrentar. Para alcançar esse objetivo, os princípios *Shikari Yaro* e *Setsuyaku* deveriam ser integrados a todas as tarefas envolvidas, uma vez que a determinação e união da equipe eram consideradas indispensáveis para atingir o propósito estabelecido.

Posteriormente, foi apresentado o checklist para a contagem dos óleos, esclarecendo sua finalidade, funcionamento e o método de preenchimento. Observou-se que os participantes compreenderam o documento sem dificuldades, sendo elogiado por eles. Segundo suas observações, frequentemente eram questionados sobre os equipamentos e quantidades específicas em que um determinado tipo de óleo havia sido abastecido, e a demanda diária de serviço muitas vezes resultava em esquecimentos nesse contexto.

3.6.5 Manipulação dos Cinco Sentidos

Uma das atividades previamente definidas no plano de ação consistiu na implementação dos princípios dos 5S na central de óleos, com a colaboração dos

lubrificadores e da equipe PCM. Inicialmente, foi executada a etapa Seiri, na qual foram removidos todos os materiais desnecessários ao setor, com o intuito de desobstruir o ambiente e promover a produtividade no trabalho. Em seguida, procedeu-se à etapa Seiton, na qual os nomes dos óleos foram etiquetados nas prateleiras e pallets, conforme apresentado na figura 13. Essa medida visou assegurar que apenas os itens direcionados pelos rótulos estivessem presentes no espaço designado, aprimorando a eficiência do trabalho ao eliminar a possibilidade de erros na rápida identificação e coleta dos tipos de óleo.

Figura 13: Etiquetagem das prateleiras



Fonte: Autor (2022)

Na fase Seiso, uma limpeza abrangente foi conduzida na central, uma vez que se constatou que a mesma se encontrava significativamente suja, conforme figura 14, decorrente da ausência de um sistema regular de higienização. Foi implementado um protocolo de limpeza periódica, estabelecendo que um lubrificador seria designado para essa responsabilidade uma vez por semana. Em algum desses dias, sem prévio aviso, a equipe PCM supervisionaria pontos-chave do ambiente, tais como o estado do piso e das prateleiras. Nesse sistema, não apenas se destacou a tarefa de limpeza, mas também resultou em uma melhoria na qualidade para toda a equipe, reduzindo os riscos de acidentes e potenciais afastamentos.

Figura 14: Central de óleos suja e desorganizada



Fonte: Autor (2022)

Figura 15: Central de óleos após limpeza



Fonte: Autor (2022).

Adicionalmente, foi implementada a colocação de um carrinho de apoio estacionário próximo às linhas de produção, conforme apresentado na Figura 16. Esse carrinho inclui alguns tambores dos óleos mais frequentemente utilizados nas máquinas, identificados pelos seus nomes nas embalagens. Essa medida foi adotada com o objetivo de facilitar o processo de abastecimento e reduzir o tempo de deslocamento entre a fábrica e a central de óleos.

Figura 16 : Carrinho de óleo estacionário



Fonte: Autor (2022).

Outra implementação consistiu na restrição do acesso a esse carrinho e à central de óleos por meio de cadeados. Somente os supervisores de manutenção possuíam as chaves, e o lubrificador as retirava no início do turno. Dessa maneira, os demais colaboradores não tiveram mais acesso autorizado a esses locais e não puderam realizar o abastecimento de forma independente.

Finalizando o ciclo dos cinco sensos, o estágio de Seiketsu foi atingido mediante a satisfação dos lubrificadores em relação à colaboração mútua entre a equipe e à revitalização do ambiente. Para alcançar a fase Shitsuke, caracterizada pela autodisciplina nas melhorias já implementadas, a realização desse estágio dependia exclusivamente dos lubrificadores e da equipe PCM, que precisavam fornecer os materiais necessários para esse propósito. Ao longo dos meses do estudo, observou-se que os lubrificadores conseguiram manter as melhorias, embora em algumas ocasiões tenha havido pequenas falhas na manutenção da limpeza na central.

3.6.6 Estoque de Materiais

Considerando que as causas dos vazamentos eram atribuídas a falhas nos sistemas hidráulicos e, conforme indicado pelo supervisor de manutenção e pelos profissionais responsáveis pela manutenção, havia uma substancial deficiência no estoque de materiais para correções, a gerência de manutenção autorizou a elaboração de uma lista, com o suporte dos supervisores, para a aquisição desses

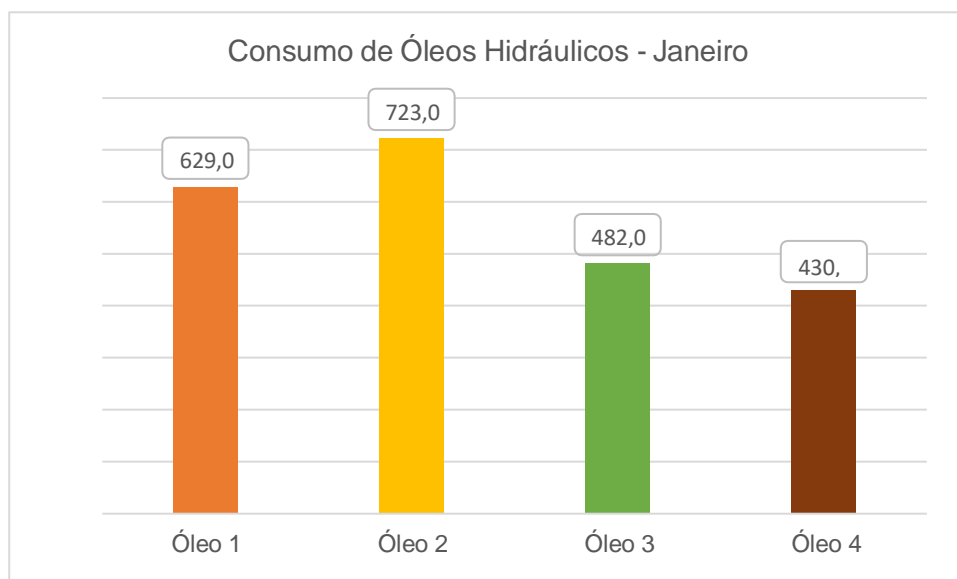
insumos, visando evitar improvisações durante as manutenções corretivas.

Adicionalmente, no âmbito do sistema de gestão integrado já existente, foi implementado um sistema de alertas por e-mail corporativo para notificar automaticamente sobre a necessidade de reabastecimento quando o nível de estoque desses insumos atingisse um patamar preestabelecido.

3.6.7 Programa Olho no Óleo

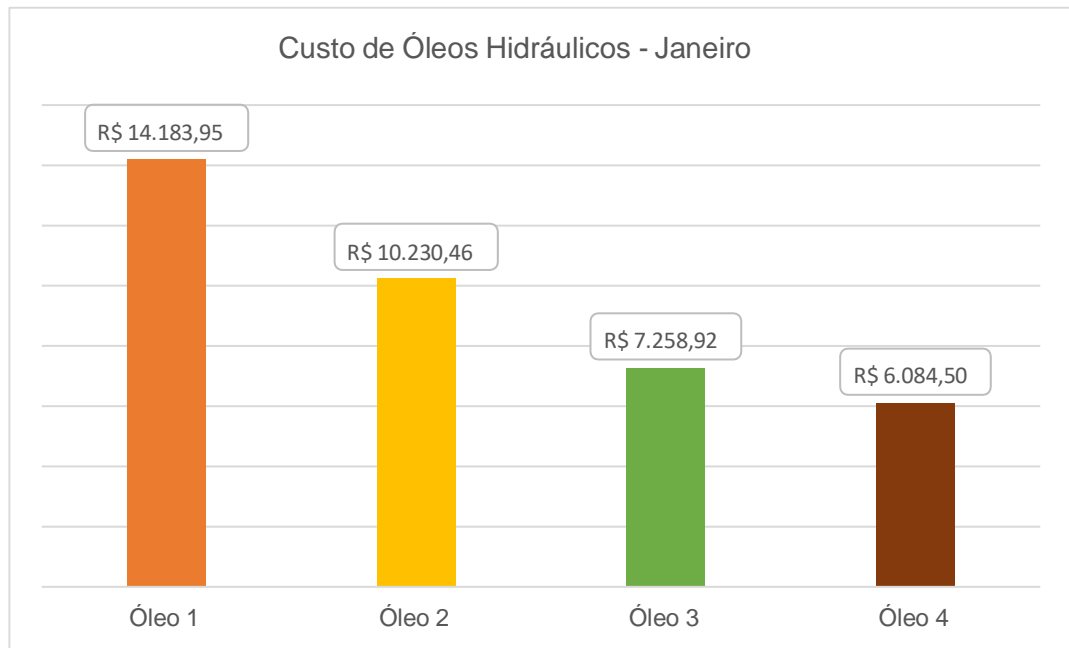
Após registrar o consumo de óleo nos três turnos ao longo do mês de janeiro, utilizando o checklist preenchido pelos lubrificadores, procedemos à análise das máquinas destacadas com maior consumo de óleo hidráulico. Onde o controle dos óleos iria garantir um estudo mais detalhado sobre todos os fatores, indicando a equipe, onde precisa ser melhorado. Certamente, estudar o consumo de óleo em uma empresa é fundamental por diversos motivos que impactam tanto a eficiência operacional quanto questões ambientais e econômicas. Foram identificados como os principais consumidores mensais os equipamentos 170 da linha 1, 110, 120/B da linha 2 e 20 da linha 3. Posteriormente, foram criados gráficos para apresentar o consumo, Figura 17, e o custo geral, Figura 18, dos quatro tipos de óleos hidráulicos utilizados na fábrica no mencionado mês.

Figura 17: Consumo dos Óleos Hidráulico em Janeiro



Fonte: Autor (2022).

Figura 18: Custo dos Óleos Hidráulicos em Janeiro



Fonte: Autor (2022).

Ao analisar os gráficos apresentados, notou-se um consumo de 2264 litros, gerando um custo total de R\$37.757,83. Esses números não apenas indicam a fragilidade dos sistemas hidráulicos, mas também evidenciam uma cultura de desperdício que requer correção imediata. A negligência adequada desses sistemas não só contribui para a ineficiência e custos desnecessários, mas destaca a necessidade premente de adotar práticas mais sustentáveis e preventivas.

Diante disso, instituiu-se o programa "Olho no Óleo", Figura 19, direcionado a uma vigilância mais rigorosa sobre o uso e o desperdício de óleo. O programa começou com uma apresentação inicial, abordando o problema perante a supervisão, gerência, lubrificadores e mantenedores, englobando toda a cadeia produtiva do setor. Durante essa apresentação, foram exibidos gráficos de consumo, destacando as máquinas prioritárias para manutenções corretivas, as equipes responsáveis por cada máquina e promovendo uma dinâmica de brainstorming. Essa dinâmica permitiu a discussão de melhorias destinadas a reduzir as causas e fatores relevantes, informações cruciais a serem compartilhadas com toda a equipe envolvida.

Figura 19: Programa Olho no Óleo



Fonte: Autor (2022).

Para orientar as atividades da equipe, implementamos um sistema adaptado da ferramenta Kanban, conforme Figura 20. Esse sistema possibilita uma gestão visual do programa, apresentando um cronograma mensal, as equipes encarregadas das máquinas selecionadas para correção, o calendário e o status das atividades. A gestão visual cria um ambiente mais claro e inclusivo, uma vez que é facilmente compreensível e orienta os colaboradores na execução correta das tarefas. Essa abordagem permitiu acompanhar os progressos das equipes e identificar as dificuldades na execução das atividades.

Figura 20: Gestão Visual do Programa


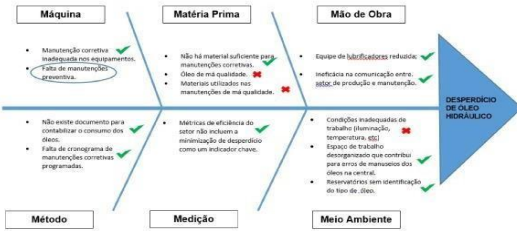


Fonte: Autor (2022).

3.6.8 Elaboração do Relatório A3

Ao finalizar o estudo com o suporte da metodologia A3 e das ferramentas do LM, elaborou-se um relatório A3, que segue o ciclo PDCA, conforme ilustrado na Figura 21, que registra as atividades realizadas e concluídas.

Figura 21: Relatório A3 do Estudo

Relatório A3																																																																		
Título/Tema: Desperdício de Óleo Hidráulico		Data: 03/05/2022		Autores: Ana e Rosenberg																																																														
<p>1. Descrição do Problema e Objetivos (P - Planejar) Verifica-se nas linhas de produção diversos vazamentos de óleos e constantes paradas para realização de corretivas nesses sistemas. Analisou-se também que a compra dos óleos hidráulicos utilizados nas máquinas CNC representava uma parcela significativa do budget (orçamento) mensal do setor de manutenção, visto que a utilização dos mesmos não era de forma padronizada e devido ao não gerenciamento de estoque e de destinação dos mesmos. Faz-se necessário, como objetivo do estudo, realizar a utilização das ferramentas lean para análise das causas relacionadas ao desperdício de óleos hidráulicos e traçar um plano de ação para mitigar esse problema.</p> <p>Vazamentos nas linhas de produção:</p> 																																																																		
<p>2. Identificação de causas potenciais (P - Planejar)</p> <p style="text-align: center;">Diagrama de Ishikawa</p> 																																																																		
<p>3. Contramedidas (D - Fazer) Criar um sistema de acompanhamento que possa mapear o consumo e gasto mensal dos óleos; Definir uma meta clara para equipes de manutenção durante as correções; Criar uma gestão à vista; Realizar acompanhamento da equipe para que a meta seja alcançada;</p> <p>4. Plano de Implementação e Acompanhamento (C - Checar)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O que? (What?)</th> <th>Quem? (Who?)</th> <th>Quando? (When?)</th> <th>Onde? (Where?)</th> <th>Quanto? (How?)</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mapear e etiquetar os reservatórios das máquinas</td> <td>Ana e Severino</td> <td>06/12/2021</td> <td>Linhas de produção</td> <td>sem custo</td> <td>Finalizado dia 10/12</td> </tr> <tr> <td>Criar documento para contabilizar o consumo de óleos</td> <td>Ana e Rosenberg</td> <td>14/12/2021</td> <td>Sala da manutenção</td> <td>sem custo</td> <td>Finalizado dia 16/12</td> </tr> <tr> <td>Reunir com os líderes da produção</td> <td>PCP e PCM</td> <td>17/12/2021</td> <td>Sala da manutenção</td> <td>sem custo</td> <td>Finalizado 17/12</td> </tr> <tr> <td>Treinar mais um lubrificador</td> <td>Severino</td> <td>20/12/2021</td> <td>Linhas de produção</td> <td>Sem custo</td> <td>Finalizado dia 20/12</td> </tr> <tr> <td>Treinar os lubrificadores no contabilizador de consumo de óleo e conceitos 5S</td> <td>Ana e Rosenberg</td> <td>22/12/2021</td> <td>Sala de treinamento 2º andar</td> <td>sem custo</td> <td>Finalizado dia 22/12/2021</td> </tr> <tr> <td>Organizar central de óleos</td> <td>Severino, Ana, José e Leonardo</td> <td>27/12/2021</td> <td>Central de óleos</td> <td>sem custo</td> <td>Finalizado dia 29/12/2021</td> </tr> <tr> <td>Mapear os materiais necessários para reposição no almoxarifado</td> <td>Ana e Fabiano</td> <td>05/01/2022</td> <td>Almoxarifado e Sala da manutenção</td> <td>sem custo</td> <td>Atrasado - Realizado dia 04/02</td> </tr> <tr> <td>Apresentar o programa e cronograma para manutenção</td> <td>Ana, Rosenberg e manutentores</td> <td>03/02/2022</td> <td>Sala de treinamento 2º andar</td> <td>sem custo</td> <td>Atrasado - Realizado dia 04/02</td> </tr> <tr> <td>Realizar reunião para apresentação de avanços</td> <td>Ana e Rosenberg</td> <td>05/05/2022</td> <td>Sala de treinamento 2º andar</td> <td>sem custo</td> <td>Finalizado dia 05/05/2022</td> </tr> </tbody> </table>							O que? (What?)	Quem? (Who?)	Quando? (When?)	Onde? (Where?)	Quanto? (How?)	Estado	Mapear e etiquetar os reservatórios das máquinas	Ana e Severino	06/12/2021	Linhas de produção	sem custo	Finalizado dia 10/12	Criar documento para contabilizar o consumo de óleos	Ana e Rosenberg	14/12/2021	Sala da manutenção	sem custo	Finalizado dia 16/12	Reunir com os líderes da produção	PCP e PCM	17/12/2021	Sala da manutenção	sem custo	Finalizado 17/12	Treinar mais um lubrificador	Severino	20/12/2021	Linhas de produção	Sem custo	Finalizado dia 20/12	Treinar os lubrificadores no contabilizador de consumo de óleo e conceitos 5S	Ana e Rosenberg	22/12/2021	Sala de treinamento 2º andar	sem custo	Finalizado dia 22/12/2021	Organizar central de óleos	Severino, Ana, José e Leonardo	27/12/2021	Central de óleos	sem custo	Finalizado dia 29/12/2021	Mapear os materiais necessários para reposição no almoxarifado	Ana e Fabiano	05/01/2022	Almoxarifado e Sala da manutenção	sem custo	Atrasado - Realizado dia 04/02	Apresentar o programa e cronograma para manutenção	Ana, Rosenberg e manutentores	03/02/2022	Sala de treinamento 2º andar	sem custo	Atrasado - Realizado dia 04/02	Realizar reunião para apresentação de avanços	Ana e Rosenberg	05/05/2022	Sala de treinamento 2º andar	sem custo	Finalizado dia 05/05/2022
O que? (What?)	Quem? (Who?)	Quando? (When?)	Onde? (Where?)	Quanto? (How?)	Estado																																																													
Mapear e etiquetar os reservatórios das máquinas	Ana e Severino	06/12/2021	Linhas de produção	sem custo	Finalizado dia 10/12																																																													
Criar documento para contabilizar o consumo de óleos	Ana e Rosenberg	14/12/2021	Sala da manutenção	sem custo	Finalizado dia 16/12																																																													
Reunir com os líderes da produção	PCP e PCM	17/12/2021	Sala da manutenção	sem custo	Finalizado 17/12																																																													
Treinar mais um lubrificador	Severino	20/12/2021	Linhas de produção	Sem custo	Finalizado dia 20/12																																																													
Treinar os lubrificadores no contabilizador de consumo de óleo e conceitos 5S	Ana e Rosenberg	22/12/2021	Sala de treinamento 2º andar	sem custo	Finalizado dia 22/12/2021																																																													
Organizar central de óleos	Severino, Ana, José e Leonardo	27/12/2021	Central de óleos	sem custo	Finalizado dia 29/12/2021																																																													
Mapear os materiais necessários para reposição no almoxarifado	Ana e Fabiano	05/01/2022	Almoxarifado e Sala da manutenção	sem custo	Atrasado - Realizado dia 04/02																																																													
Apresentar o programa e cronograma para manutenção	Ana, Rosenberg e manutentores	03/02/2022	Sala de treinamento 2º andar	sem custo	Atrasado - Realizado dia 04/02																																																													
Realizar reunião para apresentação de avanços	Ana e Rosenberg	05/05/2022	Sala de treinamento 2º andar	sem custo	Finalizado dia 05/05/2022																																																													
<p>9. Ações de follow-up (A - Agir) As etapas do plano de implementação e monitoramento foram, em sua maioria, executadas dentro do prazo preestabelecido. Os materiais necessários já estavam disponíveis na fábrica, o que resultou na ausência de custos externos durante a realização do estudo. Observou-se uma redução no desperdício de óleo hidráulico e uma melhoria na gestão do consumo desse fluido. Ficou evidente que a causa raiz do problema reside na falta de manutenções preventivas, uma lacuna que não pôde ser abordada durante o estudo, limitando-se a manutenções corretivas programadas. Diante disso, sugere-se a realização de um novo ciclo PDCA para analisar e implementar o cumprimento do plano de manutenção preventiva.</p>																																																																		

Fonte: Autor (2022).

O desenvolvimento de todas as atividades no estudo contou com o respaldo da metodologia de solução de problemas e a participação ativa da equipe multidisciplinar. Para consolidar as informações, desde a análise do problema até os resultados alcançados, elaborou-se o relatório A3.

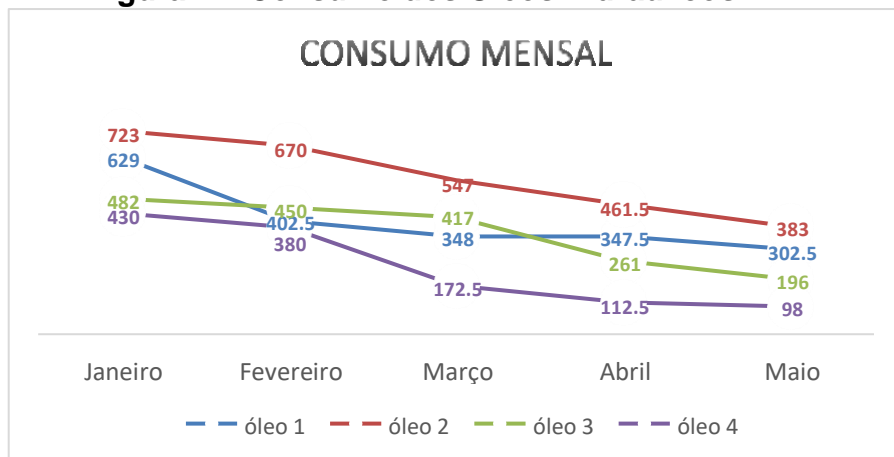
Essas informações e resultados foram apresentados aos gestores, manutentores e lubrificadores, para ações de reconhecimento dos avanços já alcançados para resolução do problema. Posteriormente foi fixado na área de PCM, proporcionando um recurso para consultas e embasando decisões relativas às melhorias contínuas. Além disso, foi apresentado para o gerente geral da fábrica através do quadro de melhorias que também é repassado para a outra filial da empresa.

4 RESULTADOS

O estudo realizou análises visando reduzir o desperdício no consumo de óleo hidráulico em uma empresa de usinagem fornecedora de peças automotivas situada no interior de Pernambuco. Destacou-se a eficácia das ferramentas da metodologia Lean Manufacturing na investigação das causas e na resolução desse desafio nos processos industriais

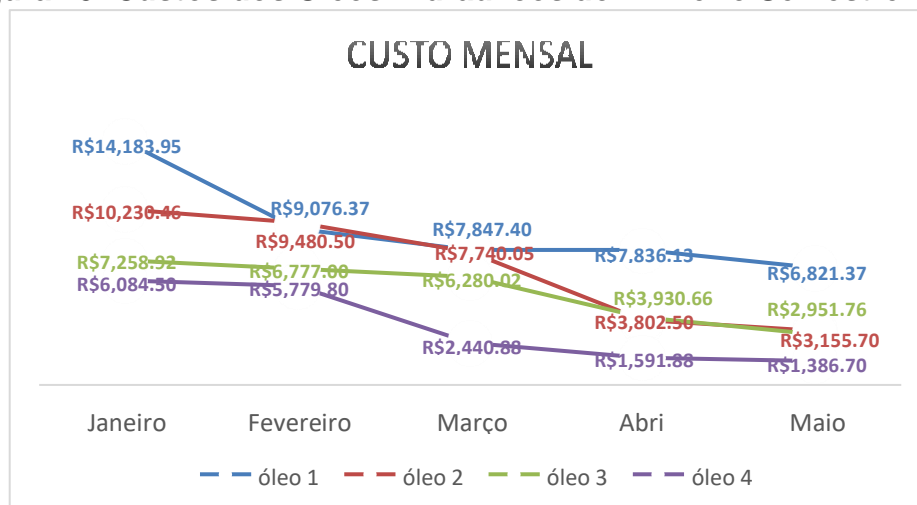
Através das implementações propostas e do Programa Olho no Óleo a fábrica de usinagem conseguiu reduzir tanto o consumo quanto os custos totais com óleos hidráulicos ao longo de quatro meses de execução contínua das tarefas estabelecidas mensalmente, conforme evidenciado na Figura 22 e na Figura 23.

Figura 22: Consumo dos Óleos Hidráulicos



Fonte: Autor (2022)

Figura 23: Custos dos Óleos Hidráulicos do Primeiro Semestre



Fonte: Autor (2022).

Verificou-se uma diminuição constante, pois houve um controle mais eficaz e a prevenção de possíveis vazamentos. Ao analisar os custos, observa-se uma redução de 60% em comparação com o primeiro e último mês do estudo. Inicialmente, o custo total era de R\$ 37.757,83, e no último mês, esse valor foi reduzido para R\$ 14.729,53. No entanto, percebe-se que para alcançar uma redução significativa, aproximando-se do desperdício zero, é necessário dedicar vários meses de esforço e implementar propostas de melhoria contínuas (Kaizen) na solução do problema.

Destaca-se, ademais, que ao longo dos meses de estudo, a realização de manutenções preventivas foi inviável, sendo identificada como a causa raiz na análise. Isso ocorreu devido à priorização da equipe para as manutenções corretivas programadas das máquinas selecionadas e para lidar com outros eventos nas linhas de produção, decisão tomada em conjunto pela gerência e supervisão.

Identificou-se que as principais razões associadas ao desperdício de óleo hidráulico no processo analisado estavam relacionadas à escassez de materiais para manutenções corretivas, à reduzida quantidade de lubrificadores, à cultura de desperdício estabelecida na fábrica e, conseqüentemente, à ausência de monitoramento e controle do consumo desses fluidos, além da falta de organização. A falta de manutenção preventiva é apontada como a causa raiz dos vazamentos de óleos hidráulicos na fábrica. Essa lacuna nas práticas preventivas direcionadas ao sistema hidráulico é identificada como o principal desencadeador dos vazamentos, sublinhando a urgência de implementar medidas preventivas para assegurar a integridade e eficiência a longo prazo.

Mediante dinâmicas em grupo e emprego das ferramentas do Lean Manufacturing para análise das causas identificadas, foram propostas melhorias, como por exemplo, incluindo a adoção de um checklist que possibilita registrar e contabilizar o consumo de um tipo específico de óleo em determinado equipamento. As sugestões do plano de ação foram deliberadas em colaboração com o setor de planejamento e controle da manutenção e foram implementadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, pode-se concluir que o propósito do estudo foi alcançado, uma vez que a filosofia lean foi implementada com êxito para atenuar o problema, e foram apresentadas sugestões de aprimoramento à gerência do setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) para otimizar o processo atual.

Após a implementação do sistema Lean na empresa, observou-se que o ambiente se tornou mais propício para alcançar resultados superiores, facilitando a redução de custos e aprimorando as condições de trabalho para os funcionários. Isso evidencia o comprometimento da empresa em testar essa metodologia.

Observou-se uma notável melhoria nos indicadores econômicos da empresa, refletida por uma redução significativa de 60% nos custos mensais associados ao consumo de óleos hidráulicos no setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). Esta redução resultou diretamente da diminuição do desperdício de óleos hidráulicos identificado durante o estudo da pesquisa. Além disso, a mudança de atitude e a conscientização coletiva evidenciadas fortalecem a eficácia dessa abordagem, indicando a possibilidade de aplicação bem-sucedida em outras áreas.

Ademais, observa-se um avanço na vertente sustentável da empresa. Implementar medidas para reduzir o consumo de óleo não apenas resulta em benefícios econômicos relacionados ao uso desses fluidos, mas também contribui para a preservação do meio ambiente, considerando sua natureza prejudicial.

5.1 Trabalhos Futuros

Diante disto, propõem-se possíveis direções para trabalhos futuros relacionados ao tema desta pesquisa: Investigação das melhorias alcançáveis por meio da implementação efetiva de um plano de manutenção preventiva; Avaliação da viabilidade econômica da introdução de dispositivos móveis, como celulares ou tablets, para o registro eletrônico dos lubrificadores, possibilitando o monitoramento online e ágil do consumo de óleo por equipamento, visando à criação de um painel de interface gráfica com indicadores de desperdício; Analisar se houve melhora na disponibilidade das máquinas após o presente estudo.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, José. **Programa 8S: Da Alta Administração à Linha de Produção**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

ABRANTES, José. Como o Programa dos Oito Sentos (8S) pode ajudar na educação e qualificação profissional, reduzindo custos, aumentando a produtividade e combatendo o desemprego. **ENEGEP**, 1998. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART106.pdf. Acesso em: 1 de nov. 2023.

ALVES, Edir dos Santos. **Introdução à Hidráulica**. Faculdade de Engenharia PUC –RS. Porto Alegre, 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004: Resíduos sólidos** –Classificação. Brasil. 2004. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 05 de novembro 2023.

BLACKBURN, Gary. Assessing the Carcinogenic Potential of Lubricating Base Oils. **Lubrication Engineering**, Park Ridge, Illinois, v.54, n.8, p. 17-22, aug. 2018.

BRANDÃO, Renata. **O que é o Ciclo PDCA?- Blog DNC**. Disponível em: <<https://www.escoladnc.com.br/blog/projetos/o-que-e-o-ciclo-pdca/>>. Acesso em: 30out. 2023.

CORREIA, João Victor Freitas Barros et al. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA: APLICAÇÃO DA FILOSOFIA ENXUTA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM EXEMPLOS PRÁTICOS. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, v. 4, n. 3, p. 29-29, 2018

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 362, de 23 de junho de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>>. Acesso em 10 de novembro de 2023.

DANIEL, E. A., MURBACK, F. G. R. Levantamento Bibliográfico Do Uso Das Ferramentas Da Qualidade. **Gestão & Conhecimento**, v. 8, n. 2014, p. 1-43, 2014.

DEMING, William Edwards. **Saia da crise: As 14 lições definitivas para controle de qualidade**. Futura, 2003 **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 3 ed. São Paulo: Artliber Editora, 2018.

DOS SANTOS FALHEIRO, M. **ESTUDO E APLICAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS CAD/CAM/CNC**. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, maio 2019.

ENGEL GERHARDT, Tatiana; TOLFO SILVEIRA, Denise. Métodos de pesquisa. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul. ed. Porto Alegre, 2009.**

FERRARESI, Dino. **Fundamentos da usinagem dos metais.** São Paulo: Edgard Blücher, 2017. 566p.

FERNANDES, P.M.P.; RAMOS, A.W. Considerações sobre a integração do Lean Thinking com o Seis Sigma. In.: ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, Ceará. Fortaleza: UNIFor, 2006. 7 p.

Fluidos e filtros hidráulicos Fluidos hidráulicos Viscosidade. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.parker.com/literature/Brazil/M2001_2_P_06.pdf>. Acesso em: 04 out. 2023

FILHO, Geraldo Vieira. **Gestão da qualidade Total: uma abordagem prática.** Alínea Editora, Campinas, SP, 2003.

GAYER, Bruna Dones. **Método para avaliação do uso de sistemas de produção puxada.** 2019.

GITMAN, L. J.; **Princípios de Administração Financeira, Editora Pearson Education do Brasil, São Paulo, 2010**

GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo, v. 5, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Penha Suely de Castro. **Boas práticas ambientais na utilização de fluidos de corte nos processos de usinagem.** 2008. xiv, 136 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Botucatu, 2018

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle da qualidade a maneira japonesa.** Rio de Janeiro: Campos, 1993.

Journal of Lean Systems. Disponível em: <<https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/lean>>. Acesso em: 29 out. 2023.

Kraemer M. E. P. **A questão ambiental e os resíduos industriais XXV ENEGEP,** Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015 Porto Alegre, RS.

LIMA, J. S. DE. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento,** v. 03, n. 03, p. 58–69, 2 abr. Linsingen, I. V. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos.** 4.ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2013.

LIKER, K. J. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo.** Trad. Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARTINS, M.; PEREIRA, N. Os Benefícios da Implantação do programa 8S para uma Empresa: Um Estudo de caso de FRAS-LE S/A. **ENESEP**, 2012. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enesep2012_tn_stp_158_925_19460.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2023.

Machineryline Brasil - Centro de Maquinação Mori Seiki MT2500 SZ1500. Disponível em: <<https://machineryline.com.br/-/venda/centros-de-maquinacao/Mori-Seiki/MT-2500-SZ-1500-23041416554156735100>>. Acesso em: 1 dezembro 2023.

MUNSON, Bruce R.; YOUNG, Donald F.; OKIISHI, Theodore H. **Fundamentos da mecânica dos fluidos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

MARIOTTI, Flavio S. Kanban: o ágil adaptativo: Introduzindo Kanban na equipe ágil **Revista: Engenharia de Software Magazine**. 2008. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/1687646-Kanban-o-agil-adaptativo.html>>. Acesso em: 29 out. 2023.

MARQUES, Rúben José Ferreira. **Estudo SMED na secção das prensas da SramPort**. 2023. Tese (Doutorado)

MARCONDES, J. S. **Metodologia Lean - O que é? Objetivos, Para que serve**. Disponível em: <<https://gestaodesegurancaprivada.com.br/metodologia-lean-o-que-e-para-que-serve/>>. Acesso em: 29 out. 2023.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARQUES, J.C. **Ferramentas da qualidade**. Universidade da Madeira, 2012.

Metodologia 8S: conceito, implementação e benefícios. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/metodologia-8s-conceito-implementa%C3%A7%C3%A3o-e-benef%C3%ADcios-ash-group/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em: 2 nov. 2023.

Mesquita, D. C. V., Mesquita, W. G., & Souza, L. R. S. (2014). Implementação do mapeamento de fluxo de valor de uma montadora de veículo denominada beta. **Exacta – EP**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 197-208, 2014.

MEYERS, F.E. Motion and Time Study: for lean manufacturing. New Jersey 2° ed. Editora Prentice Hall, 1999

Motta, M.F., Machado, A.R. **Fluidos de corte: tipos, funções, seleção, métodos de aplicação e manutenção**, Revista Máquinas e Metais, Setembro, p. 44-56, 1995.

OHNO, Taiichi **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. **O que é o gerenciamento Lean e como funciona? – Igus Blog Brasil**. Disponível em: <<https://blog.igus.com.br/o-que-e-o->

gerenciamento-lean-e-como-funciona>. Acesso em: 29 out. 2023.

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen**. Porto Alegre: Grupo A, 2010. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577807390/>. Acesso em: 30 out. 2023.

OSBORN, Alex F. **O poder criador da mente; princípios e processos do pensamento criador e do "Brainstorming."** Ibrasa, 1957.

PALMIERI, A. C. **Manual de Hidraulica Basica** 10°. Ed Porto alegre SC. 1997

PEREZ, N.P. **Sistemas Fluidomecanicos Valvulas**. UNESP 2014. disponível em: <https://www.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/nestorproenzaperez/sfm-2014-aula-35.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2023.

PARKER, **Controle da Contaminação em Sistemas Hidráulicos**, 2018. (M3001-1). **Programa 8S – Participação de todos**. Disponível em: <<https://www.metodologiasdegestao.com.br/programa-8s>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

RAPÔSO, Cláudio Filipe Lima et al. Gestão da Qualidade e da Produção: Análise comparativa entre o PDCA e o DMAIC. **RACE-Revista de Administração do Cesmac**, v. 4, p. 147-153, 2019.

REBEYKA, Claudimir. **CURSO DE PROGRAMAÇÃO CNC CNC COMANDO NUMÉRICO COMPUTADORIZADO INTRODUÇÃO TEÓRICA**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://dokumen.tips/documents/cnc-comando-numrico-computadorizado-programas-cnc-e-permite-ao-programador.html?page=1>>. Acesso em: 31 out. 2023.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: Métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

RICCI, M. R. (ED.). Proposta de Melhoria de Layout Seguindo a Metodologia Sistema Toyota de Produção. **Rev. FSA**, Teresina, v. 16, n. 1, art. 9, p. 193-212, jan./fev. 2019 <acesso 21/10/2023>

RIANI, A. M. Estudo de caso: **O Lean Manufacturing aplicado na Becton Dickinson**. 2006. 52p. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2006.

SADA, Takashi. **Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke**. São Paulo: Instituto IMAM, 1992

SUK-HWAN SUH, SEONG KYOON KANG, DAE-HYUK CHUNG, IAN

STROUD. **Theory na Design os CNC Systems**. [s.l.] Springer-Verlag London 2008, 2008.

SILVA, Camila de Cássia Mendonça et al. Aplicação de ferramentas de manufatura enxuta: um estudo de caso em uma fábrica de colchões. **Journal of Lean Systems**,

v. 4, n. 1, pág. 87-104, 2019.

SHOOK, J. **Gerenciando para o aprendizado**. São Paulo, Lean institute Brazil, 2008.
SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2ª. edição. Porto Alegre: Bookman, 1996.

Silva. A. B., Cadeo, G. M., Bonfim, T. S. N., Alves, V. C., Rodrigues, V. T. (2013). Conceito do sistema Toyota de produção em uma fábrica de calçados para redução de perdas: Um estudo de caso. **Anais do XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção –ENEGEP**. Salvador, BA, Brasil.

SILVA, J.M. **5S – O Ambiente da Qualidade**: Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1994.160 p.

SILVA, Karen Milena; VOLANTE, Carlos Rodrigo. A Importância do Sistema Kanban para o Gerenciamento e Controle de Estoque de uma Empresa. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 629-640, 2019.

SOARES, V. **Diagrama de Ishikawa: o que é, para que serve e como usar**. Disponível em: <<https://napratica.org.br/diagrama-de-ishikawa/>>. Acesso em: 30 out. 2023.

TOCCHETTO, M. R. L. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais**. Santa Maria: UFSM, 2015. 95 p. Curso de Química Industrial.

TRIVELLATO, Arthur Antunes. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica). Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010.

UDESC, Universidade do Estado de Santa Catarina. **5S – Cartilha da qualidade**. Editora da Udesc, Florianópolis, 1996.

VALIM, Diego Batista. Usinagem. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

WOMACK, J. P., JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Trad. Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J.P.; JONES D.T. **Mentalidade Enxuta nas empresas: Lean Thinking** . 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 432p.

WILLIAMS, Richard L. **Como implementar a qualidade total na sua empresa**. Campus, 1995